STATENS VÄXTSKYDDSANSTALT
MEDDELANDE N:r 23

UNDERSÖKNINGAR RÖRANDE FÖRRÅDSSKADEDJUR

I.

KORNVIVELN, *CALANDRA GRANARIA* L. OCH RISVIVELN, *CALANDRA ORYZÆ* L.

DERAS BIOLOGI OCH BEKÄMPNING

AV
ROLF MATHLEIN

Med XI tabeller, 5 diagram och 4 figurer i texten

ZUSAMMENFASSUNG IN DEUTSCHER SPRACHE





STOCKHOLM 1938

Undersökningar rörande förrådsskadedjur.

I.

Kornviveln, Calandra granaria L. och risviveln, Calandra oryzae L. Deras biologi och bekämpning.

Av R. MATHLEIN.

Med XI tabeller, 5 diagram och 4 figurer i texten.

Zusammenfassung in deutscher Sprache.

Innehållsförteckning:

Inledning.

Stora kvantiteter av lagrade växtprodukter skadas eller förstöras årligen genom angrepp av olika slags insekter och andra lägre djur. Att siffermässigt uppskatta de sammanlagda förluster, som härigenom åsamkas folkhushållet, är givetvis svårt, men även för vårt lands vidkommande måste desamma uppgå till miljontals kronor. I Tyskland uppskattas de lagringsskador på produkter av olika slag, som insekter, mögelsvampar och bakterier åstadkomma inom jordbruket, närings- och njutningsmedelsindustrin samt handeln, till i runt tal 300 milj. RM pr år; kornviveln ensam förstör lagrad spannmål till ett värde av 100 milj. RM. I Förenta staterna anses den av skadeinsekter förorsakade årliga förlusten på upplagrade förråd av näringsmedel uppgå till 200 milj. dollars, varav enbart den av risviveln orsakade skadegörelsen å majs i åtta av sydstaterna uppskattas till närmare 30 milj. dollars.

»Förrådsskadedjurens» ekonomiska betydelse ligger icke enbart i de direkta förluster, som uppstå genom att de förtära en större eller mindre del av de angripna varorna. Minst lika betydelsefulla äro de indirekta förlusterna.

Genom insekternas näringsupptagande och övriga livsverksamhet uppkommer i regel en stegring av fuktigheten, vilket befordrar tillväxten och förökningen av svampar och bakterier och nedsätter de angripna produkternas kvalitet och lagringsduglighet. Ofta äro insekterna själva överförare av svampsporer och bakterier.

Insektsangrepp medför ett extra arbete och extra kostnader för rengöring och bekämpning, alltså ett fördyrande av produktions- och lagringskostnaderna. Kostnaderna för desinfektion av en större lagerlokal uppgå ofta till tusentals kronor.

Varor, som uppvisa även mycket obetydliga spår av insektsangrepp, betraktas oftast som mindervärdiga och tillbakavisas eller betalas med avsevärt lägre pris. Företag inom livsmedelsindustrin (såsom mjöl- och grynkvarnar, chokladfabriker m. fl.) kunna på så sätt genom minskat förtroende från avnämarnas sida åsamkas betydande ekonomisk skada.

Av skadeinsekter angripna näringsmedel bli i många fall hälsovådliga, bl. a. genom att insekterna stundom överföra smittämnen på desamma.

Särskilt under de två sistförflutna decennierna har frågan om förrådsskadedjuren, deras ekonomiska betydelse och bekämpning, blivit föremål för stor uppmärksamhet i olika länder. Det var i första rummet förhållandena under och strax efter världskriget, som kom myndigheter och enskilda att få upp ögonen för problemets allvarliga karaktär. Krigstillståndet nödvändiggjorde upplagring av väldiga reservförråd av spannmål och andra näringsmedel, varvid

bristen på lämpliga lagerutrymmen och på möjligheterna av rationell skötsel av lagren snart nog blev märkbar. I de stora spannmålsproducerande länderna, såsom Australien, Nord- och Sydamerika samt Indien blevo stora lager av spannmål och andra förnödenheter liggande i åratal på grund av de stockningar i världshandeln, som kriget medförde. Skadeinsekter förstörde under dessa år omätliga värden. Under det att den praktisk-entomologiska vetenskapen förut endast i ganska ringa grad sysselsatt sig med förrådsskadedjuren, framtvingade nu bristen på brödsäd och andra råvaror för livsmedelsindustrien en ökad uppmärksamhet åt desamma. Så t. ex. bildades i England år 1916 »Grain Pests War Committée», sammansatt av vetenskapsmän, representanter för jordbruksministeriet, kvarnindustrin och spannmålshandeln. Dess uppgift var »to consider the relative economic importance of the species and varieties of insects infesting grain, to suggest measures for combating them, and to enquire into the extent of actual loss from these pests». När denna kommitté år 1920 upplöstes, hade den publicerat en omfångsrik serie arbeten rörande dessa frågor. I Tyskland inrättades år 1920 en särskild avdelning för »Vorrats- und Speicherschädlinge» vid Die Biologische Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Sedan år 1925 existerar i Tyskland även en sammanslutning, »Die Gesellschaft für Vorratsschutz», under ledning av d:r FRIEDRICH ZACHER, vilken är en av föregångsmännen inom forskningen över förrådsskadedjuren och deras bekämpande. Även i Förenta staterna och andra länder ha inrättats forskningsinstitut för undersökningar rörande dessa skadedjur, och talrika arbeten i hithörande frågor föreligga numera.

Bland förrådsskadedjuren äro de insekter särskilt betydelsefulla, vilka angripa lagrad spannmål och produkter därav. Hit höra först och främst spannmålsvivlarna, varom föreliggande arbete handlar.

Spannmålsvivlarna äro sedan urminnes tider kända som de viktigaste av alla skadeinsekter på lagrad spannmål, och deras härjningar omnämnas redan av antikens författare. År 196 f. Kr. beskriver sålunda PLAUTUS (Plautus: Curculio, i engelsk översättning av PAUL NIXON. Vol. 2, sid. 185—269, LONDON o. NEW YORK 1917) omfattningen av deras skadegörelse i lagrat vete. Rester av dessa insekter påstås ha blivit funna i lerkärl på en gammal gallisk-romersk kyrkogård samt i merovingernas gravvalv (BACK o. COTTON 1926). LINNÉ beskrev år 1758 kornviveln, som han gav namnet *Curculio granarius*, och år 1763 risviveln (Systema naturae och Amoenitates Academicae). Sedan LINNÉS tid har ett stort antal skrifter rörande dessa skadedjur publicerats. De flesta av dem vidarebefordra dock endast redan vunna kunskaper och erfarenheter. Överraskande fåtaliga äro de arbeten, som innehålla verkliga nya bidrag till kännedomen om skadedjuren. Bland nyare arbeten må framhållas de av MÜLLER, ANDERSEN och KUNIKE (se litt. förteckn.).

I. Spannmålsvivlarnas biologi.

1. Utseende och förekomst.

Spannmålsvivlarna äro små, till familjen Curculionidae, släktet Calandra hörande skalbaggar. Man särskiljer tvenne olika arter, nämligen kornviveln *Calandra granaria* L. och risviveln, *Calandra oryzae* L. Ifråga om utseende, utveckling och levnadssätt likna arterna varandra i hög grad och förväxlas därför ofta.

Kornviveln, *Calandra granaria* L., eller »kornbaggen» är den i vårt land ojämförligt viktigaste arten. Insekten anses härstamma från medelhavsländerna (Mindre Asien). I samband med den internationella spannmålshandeln har den under tidernas lopp spritt sig över alla världsdelar. Dess utbredningsområde omfattar alla de länder inom de tempererade zonerna, där spannmålsodling förekommer. Insekten angriper först och främst lagrad spannmål av alla slag men kan även livnära sig av andra stärkelsehaltiga produkter, såsom gryn och mjöl, kraftfodermedel o. s. v. Till vårt land anses kornviveln första gången ha införts på mitten av 1700-talet och har alltsedan dess varit bofast här. Den är numera mycket allmänt utbredd i spannmålsmagasin och lagerhus, bryggerier, mälterier och kvarnar, särskilt i landets sydligare delar.



Fig. 1. Till vänster kornvivel, till höger risvivel. Foto Tullgren.

Kornviveln är lätt igenkännlig på grund av sitt karakteristiska utseende (fig. 1). Huvudet är framom ögonen utsträckt till en nos eller snabel, i vars spets munnen är belägen. Bland munverktygen märkas de till borrning i sädeskornen tjänande kraftiga överkäkarna (mandiblerna), vardera försedd med 4 kitintänder. På snabelns sidor sitta ett par knälikt böjda antenner. Antennernas ändleder äro ansvällda och bilda en klubba. Kroppen är långsträckt och av nästan cylindrisk form, med oproportionerligt stor halssköld. Halsskölden, vars längd överstiger bredden, är försedd med grova, långsträckt ovalformade gropar eller punkter. Täckvingarna, som äro föga längre än halsskölden och som helt dölja bakkroppen, ha täta och kraftiga punktrader med släta mellanrum. Flygvingar saknas. Benen äro jämförelsevis korta samt kraftigt utvecklade. Färgen är hos unga exemplar rödbrun (med ljusare täckvingar) men mörknar redan efter några dagar till mörkbrunt och småningom hos äldre djur till djupsvart.

Storleken är i genomsnitt omkring 4 mm men kan variera mellan 2,5 och 5 mm alltefter arten och mängden av den näring, som stått larven till buds samt den under utvecklingstiden rådande temperaturen och fuktigheten. Så till ex. äro de i korn levande vivlarna större än de som utvecklats i vete, råg eller havre. Likaså ger en hastig utveckling vid hög temperatur upphov till mindre exemplar än en långsam utveckling. Proportionen mellan hanar och honor är ungefär 1 : 1. Någon tydligare skillnad i utseende mellan könen förefinnes icke. Hanen har dock i regel en kortare, klumpigare byggd och något mindre böjd snabel än honan.

Risviveln, *Calandra oryzae* L., hör numera hemma i alla varmare, tropiska och subtropiska länder. Dess ursprungliga hemland anses vara Indien. Med spannmåls- och rishandeln sprides den över hela jorden men har ett vida större värmebehov än kornviveln och kan därför ej fortleva i de tempererade zonerna. Till vårt lands hamnstäder införes den årligen, oftast med majs- och rislaster, vilka stundom vimla av dessa insekter. Under sommarmånaderna hinner den mångenstädes göra stor skada på grund av sin oerhörda förökningsförmåga men dör nästan alltid ut, när den kallare årstiden kommer. Möjligen kan den fortleva i lokaler, som under hela vintern hållas uppvärmda.

Till utseendet är risviveln mycket lik kornviveln (fig. 1). Risviveln är dock något mindre (längd 2,1—2,8 mm) samt har på täckvingarna fyra rätt stora, blekröda fläckar. Kroppsformen är ej fullt så långsträckt och jämnbred som hos kornviveln. Halsskölden, vars bredd är lika med längden, är tätare punkterad än hos kornviveln, och punkterna eller groparna äro ej som hos kornviveln stora och avlånga, utan små och cirkelrunda. Vidare har risviveln fullt utbildade flygvingar. Tack vare sin flygförmåga kan risviveln i de varmare länder, där den hör hemma, uppsöka och äggbelägga redan den mognande grödan ute på fälten. Likaså kan det i samband med lossning av infekterade spannmålslaster under varma sommardagar inträffa i våra hamnstäder, att risvivlarna flyga in i närliggande magasiner och lagerhus.

I fråga om utveckling och levnadssätt samt skadegörelse överensstämma korn- och risviveln på de flesta punkter. Föreliggande arbete kommer fördenskull att huvudsakligen behandla kornviveln. Viktigare skiljaktigheter mellan arterna skola emellertid påpekas.

Som en tredje till spannmålsvivlarna hörande, särskild art beskriver ZACHER (1927. B.) »Der La Plata-maiskäfer, *Calandra Zea-mais* MOTSCH. Enligt ZACHER är denna art mycket lik risviveln, men större, 3,3—4,5 mm lång, bredare, med grövre och kraftigare punktering och skarpare begränsade fläckar på täckvingarna. Hos *Calandra Zea-mais* är vidare den andra leden på antenngisslet nära nog dubbelt så lång som den tredje, hos *Cal. oryzae* blott något längre än den tredje.

I biologiskt hänseende överensstämmer den praktiskt taget fullständigt med *Cal. oryzae,* och båda ha ungefär samma utbredning. — COTTON (1920, 1921) omnämner *Cal. Zea-mais* blott som en variant av *Cal. oryzae,* och ZUMPFT (1935) anser att *Cal. zea-mais* blott är en synonym av *C. oryzae* (undersökning av ett stort antal individ visade, att de karakteristika, genom vilka de två arterna åtskilts, nämligen storlek, pronotum och elytra, i hög grad variera, samt att inga skillnader förefinnas i fråga om genitalia).

2. Utveckling.

a. *Ägget.*

Kornviveln lägger sina ägg inuti sädeskornen. Äggläggningen tillgår så att honan medelst snabeln borrar ett mot snabelns längd svarande hål in mot kärnans centrum. Det 0,6—0,7 mm långa, ovalformiga eller cylinderformiga, vita och

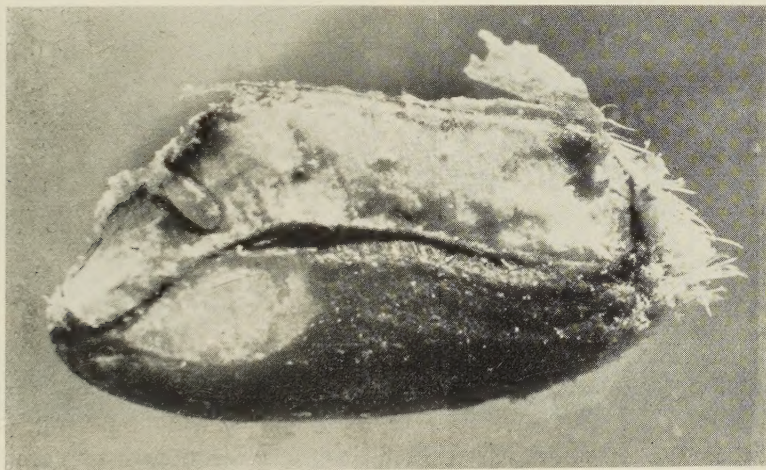


Fig. 2. Vetekärna med frampreparerat ägg av kornviveln. Foto Tullgren.

tunnskaliga ägget införes därefter i borrhålet (fig. 2). Detta tilltäppes därefter med en färglös, segflytande sekretpropp, som hastigt stelnar och noga anpassar sig efter kärnans skal; sekretproppens längd uppgår till c:a ¼ mm, vadan äggets ena ända i regel ligger tätt under fröskalet. Kornvivelns ägg är sålunda väl skyddat mot yttre åverkan. Den sammanlagda tid som insekten behöver för att lägga ett ägg uppgår från ½ upp till ett par timmar, beroende på kärnans hårdhet. Ägget placeras i de flesta fall i ena änden av sädeskornet, och oftast i groddändan, mera sällan i mitten. I regel placeras endast ett ägg i varje sädeskorn. I starkt angripen spannmål och särskilt i korn förekommer dock

även att två eller än flera ägg läggas i ett och samma korn. I de fall, där två eller flera larver påträffas i samma korn, äro de alltid av olika ålder och torde härstamma från olika honor. Därvid når vanligen endast en larv full utveckling; i de fall, där två vivlar utvecklat sig i samma kärna, är den ena påfallande mindre till storleken. Särskilt i vivelkulturer i korn och majs påträffar man fördenskull ofta kornvivlar, som äro veritabla pygméer om endast ett par mm längd.

Hela antalet ägg, som varje hona lägger, kan variera betydligt, från omkring 30 till 240, medeltalet ligger omkring 150. Dagligen lägges 1—2, högst 5 ägg, och äggläggningsperiodens längd blir sålunda avsevärd, i genomsnitt 3½—4 månader. Vid högre temperatur är den kortare (vid 26° omkring 2½ månad), vid lägre temperatur kan den förlängas upp till 9 månader. Äggläggning sker ej vid lägre temperatur än + 13°. På eftersommaren eller hösten framkläckta honor avbryta därför den påbörjade äggläggningen, ifall lagringslokalerna icke hållas uppvärmda under den kallare årstiden, och fortsätta densamma nästföljande vår. Maximitemperaturen för äggläggning ligger vid omkring + 33°.

Risviveln lägger betydligt större antal ägg än kornviveln. Enligt COTTON (1920) kan en hona lägga upp till 576 ägg under en period av 149 dagar, och medeltalet uppgick i de sydliga Förenta staterna till 380 ägg pr hona på i genomsnitt 94 dagar. Upp till 15 à 16 ägg kunna läggas per dag, när temperaturen är hög och kärnorna ej alltför hårda. Av dessa uppgifter framgår den utomordentligt kraftiga förökning, som risviveln under gynnsamma förhållanden har. Med fallande temperatur minskas äggläggningsfrekvensen starkt, och äggläggningen upphör vid + 14 à 15° C.

b. Larven.

Kornvivelns hela utveckling försiggår inuti samma kärna, vari ägget lagts. Den ur ägget framkommande larven är fotlös och av mjölkvit färg (fig. 3). Kroppen är kort och tjock och bär ett litet, ljusbrunt huvud med mörkare färgade munverktyg. Kroppens segmentering är mycket otydlig, de enskilda segmenten åtskiljas blott genom grunda, knappt märkbara fåror. Inuti kornet ligger larven krumböjd, med huvudets och bakkroppens ändar nära intill varandra; först som fullvuxen sträcker larven ut sig kort före förpuppningen. Den nykläckta larven är endast c:a ½ mm lång. Under sin tillväxt ömsar larven hud tre gånger och har som fullvuxen en längd av 3 à 4 mm. Larvens ovan beskrivna kroppsform är väl anpassad till dess levnadssätt inuti kärnan. Medelst den krumböjda ryggen stöder den sig mot väggen inuti håligheten och kan på så sätt med sina kraftiga käkar gnaga av den omgivande kärnsubstansen. Den gnager ej planlöst en hålighet omkring sig, utan den nykläckta larven äter sig först djupare in mot kärnans centrum och sedan fram längs hela kärnan, alltunder det att den samtidigt tillväxer och »kanalen» sålunda blir allt vidare. Den gnager

därefter åter i riktning mot utgångspunkten, alltså den ända av kornet, där ägget lagts, varvid håligheten med tilltagande kroppsstorlek alltmer utvidgas (ANDERSEN, 1934). Larvens med stärkelsekorn uppblandade exkrementer, som kvarligga inuti håligheten, pressas av den fullväxta och förpuppningsfärdiga larven intill hålans väggar och bilda sålunda innerväggen i puppvaggan. När larven är fullväxt, har den i regel förtärt största delen av kärninnehållet, i kornkärnor förtäres dock vanligen endast omkring hälften.

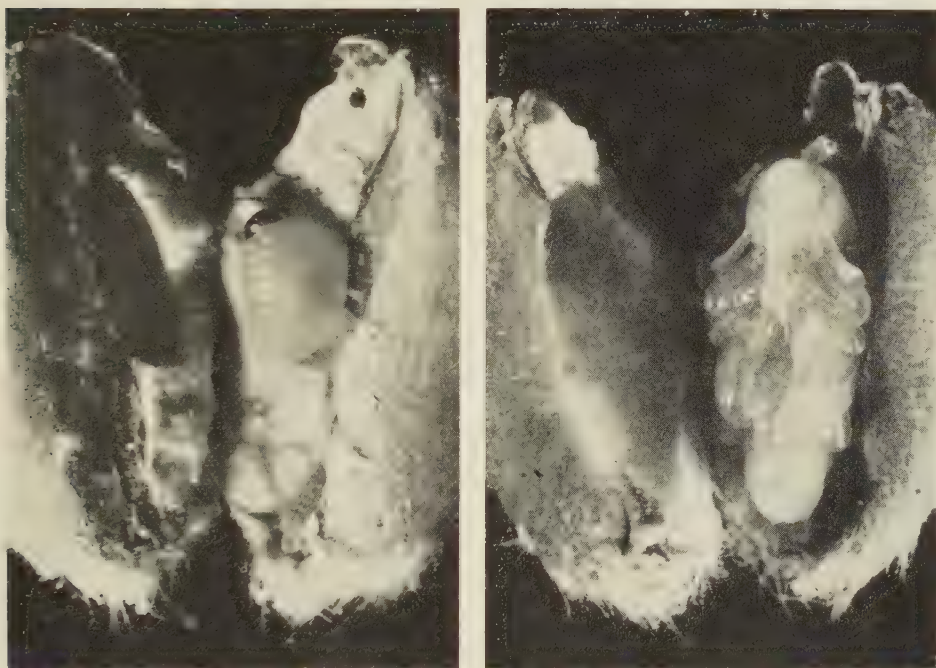


Fig. 3. Kluvna vetekärnor visande ung larv (t. v.) samt puppa av kornvivel.
Foto Tullgren.

Enär larven under sin tillväxt förtär kärnsubstansen ända ut till skalet, ser man ofta utanpå infekterade vete- och särskilt rågkärnor ljusare strimmor och fläckar. Likaså ser man ibland utanpå kärnorna vita, mjöliga anhopningar av larvens exkrementer, enär larven stundom genomgnager skalet. Undantagsvis kan det inträffa, att larven helt genombryter skalet och hamnar utanför kärnan; oftast är väl orsaken härtill den, att skalbaggar utifrån söndergnaga skalet. Detta är särskilt fallet i starkt infekterad spannmål med hög fuktighetshalt. Yngre larver kunna icke utveckla sig vidare utanför kornet. Detta är däremot ofta fallet med äldre, mer än 14 dagar gamla larver, ifall de hamna i mjöl eller annan lös substans, som kan tjäna dem till näring.

c. Puppan.

Mot slutet av larvstadiet sträcker den förut krumböjda larven ut sig och ingår efter hudömsning i ett s. k. förpuppsstadium. På den långsträckta förpuppan kan man redan tydligt urskilja tre valklika bröstsegment och nio likformiga bakkroppssegment. Efter hudömsning övergår den i *puppstadiet.* Puppan (fig. 3), som har en längd av 3,5—4 mm, är till en början mjölkvit och glänsande men blir några dagar före den fullbildade skalbaggens framkomst gul och slutligen brun.

Ur puppan framkläckes den till en början ljusbruna skalbaggen. Denna kvarblir några dagar i kornet. Först när dess kitinpansar tillräckligt hårdnat, borrar den sig genom ett ofta cirkelrunt hål ut i det fria. Den unga viveln börjar omedelbart efter utkrypandet att gnaga på omgivande sädeskorn och upptaga näring, en verksamhet, som därefter fortfar under hela dess livstid. Den ljusbruna färgen hos unga skalbaggar jämfört med den mörkbruna till djupsvarta hos äldre djur har stundom föranlett den felaktiga åsikten att det skulle röra sig om två olika arter av skalbaggar.

d. Utvecklingstid och utvecklingsförmåga vid olika temperatur- och fuktighetsförhållanden.

Spannmålsvivlarna liksom flertalet andra förrådsskadedjur äro självfallet för sin förekomst och utveckling mera obundna av årstidernas växlingar än utomhusinsekterna. Näring står dem i regel till buds året om, växlingarna i väderleken påverka dem föga, och temperaturförhållandena åstadkomma stagnation i deras verksamhet blott när det gäller ouppvärmda lokaler under den kallare årstiden. Äggläggningen fortgår året om ifall blott temperaturen det tillåter, och flera generationer kunna fördenskull årligen utvecklas. Antalet avhänger huvudsakligen av värmeförhållandena. Förutsatt att människan genom sitt ingripande ej påverkar utvecklingen, kommer det bland förrådsskadedjuren regelbundet till »överbefolkning», d. v. s. individantalet stiger från generation till generation, och stillestånd eller tillbakagång inträder blott vid uppkommande näringsbrist.

För spannmålsvivlarnas utvecklingshastighet är sålunda den i spannmålen och lagringslokalen rådande temperaturen av utslagsgivande betydelse. Ju högre denna är, ju flera generationer utvecklas och desto större blir fördenskull skadegörelsen. I annat sammanhang har framhållits, hurusom hög temperatur stegrar äggläggningsintensiteten och gör att äggläggningen fullbordas på kortare tid.

Temperaturens avgörande inflytande på kornvivelns utvecklingstid (från äggläggningen till den fullbildade skalbaggens utkrypande), framgår av följande genom laboratorieförsök erhållna data:

kortaste utvecklingstid vid en temp. av .... 27° C = 29 dygn,
» » » » » » .... 23,5° C = 38 » ,
» » » » » » .... 14—16° C = 113 » .

Vid normal rumstemperatur kan utvecklingstiden uppskattas till c:a 2 månader, varav äggstadiet räcker c:a 7 dygn, larvstadiet 40—50 dygn och puppstadiet 8—10 dygn.

Risviveln har vid vanlig rumstemperatur ungefär samma utvecklingstid som kornviveln. Vid högre temperatur utvecklar sig risviveln något hastigare än kornviveln, vid lägre temperatur däremot betydligt långsammare. Sålunda anges utvecklingstiden för risviveln vid en konstant temperatur av + 15° till ej mindre än 194 dygn (BODENHEIMER, 1927).

Parning kan äga rum så gott som omedelbart efter de fullbildade skalbaggarnas framkrypande ur sädeskornen och sker enligt gjorda iakttagelser redan vid så pass låg temperatur som + 12°. Mellan parningen och äggläggningens begynnande förflyter en kortare eller längre tid, beroende på om temperaturen är hög eller låg. BACK o. COTTON (1926. A) ange för kornviveln 6—148 dygn. Enligt ANDERSEN (1934) uppgår denna s. k. preovipositionsperiod vid en konstant temperatur av 26° till 10—11 dagar för att vid 17° förlängas till över tre månader. Därav kunde bl. a. den slutsatsen dragas, att de på eftersommaren och hösten framkommande skalbaggarna begynna sin äggläggning först nästföljande vår. Denna fråga är givetvis av praktisk betydelse, och noggranna undersökningar häröver ha fördenskull utförts vid växtskyddsanstalten. En serie försök utfördes på så sätt, att nyss utkläckta vivlar ur en kultur, som förvarades vid en temperatur av + 13 à 14°, insläpptes i glasskålar med ett tunt lager vete, vilka därefter förvarades i bryggtermostat vid konstanta temperaturer. Vetet i skålarna ombyttes med några dagars mellanrum (det nya vetet var i förväg nedkylt till exakt samma temperatur som det gamla) och förvarades vid + 25° för att kontrollera om äggläggning ägt rum. Dessa försök ådagalade, att kornvivelns preovipositionsperiod icke uppgår till 3 månader ens vid så låg temperatur som 12,5 à 14,5° (temperaturen var ej fullt konstant men steg endast under tre olika dagar av nittio till högst 15° och var under 15 olika dagar lägre än 12,5°):

kornvivelns preovipositionsperiod är vid ...... 25° = 5 dygn, vid
16—18° = 20—25 » , »
12,5—14,5° = 70—80 » .

Hos risviveln uppgick preovipositionsperioden vid en temperatur av 25° till 4 dygn och vid 16—18° till 10 dygn.

Ända fram till mitten av september månad är i allmänhet temperaturen i Sydsverige så pass hög, att även de på eftersommaren framkommande vivlarna hinna bli färdiga för äggläggning före vinterköldens inträde.

En grafisk återgivning av sammanlagda utvecklingstiden (diagram 1) åskådliggör, hurusom denna icke förkortas proportionellt utan progressivt med stigande

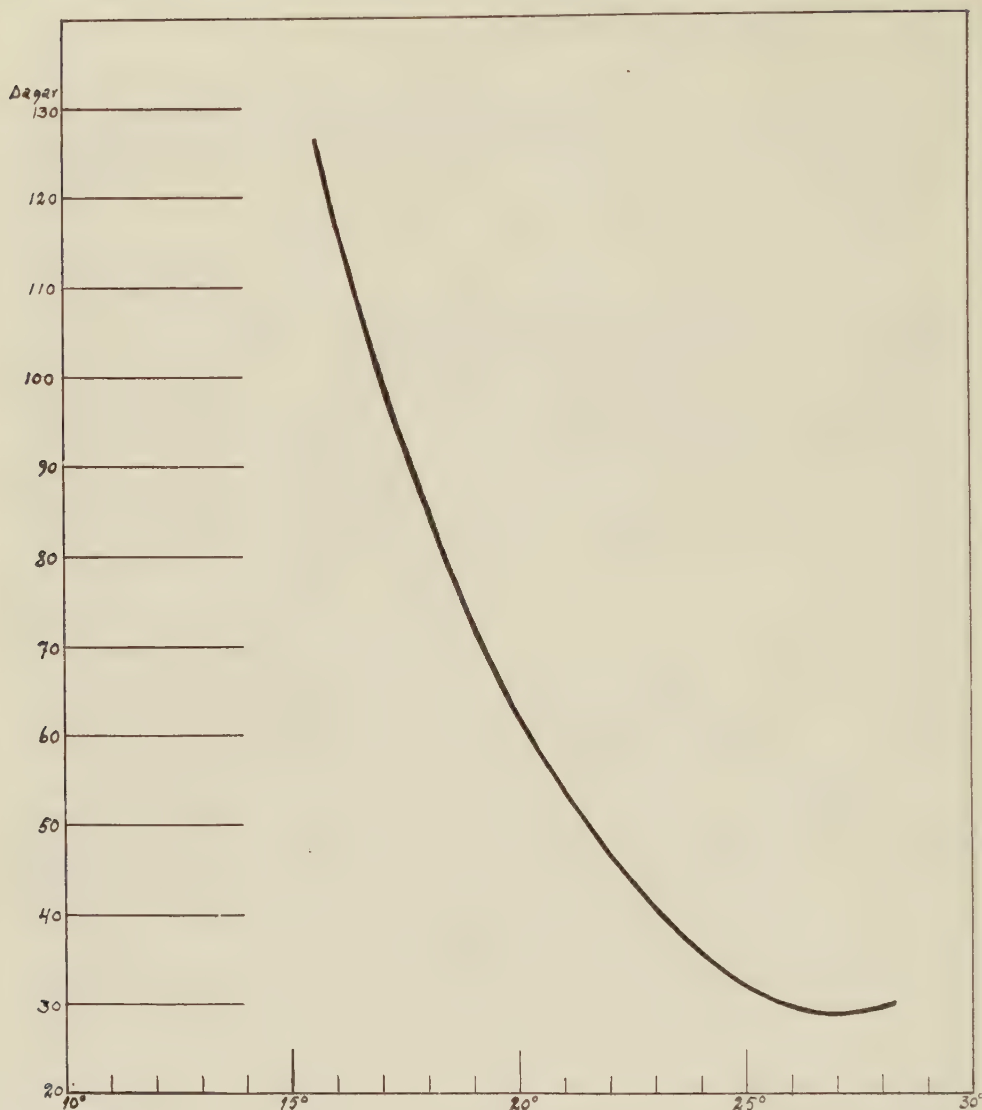


Diagram 1. Kornvivelns sammanlagda utvecklingstid vid olika temperaturer.

temperatur upp till en viss gräns; kurvan förlöper hyperbelformigt. Som synes kan ett par graders skillnad i temperaturen medföra en förskjutning av utvecklingstiden med veckor och månader, t. ex. från c:a 100 dygn vid 17° till c:a 65 dygn vid 20°. Den kortaste utvecklingstiden, omkring 27 dygn, har kornviveln vid en temperatur av 28°. Den lägsta temperatur, vid vilken utveckling kan äga rum (utvecklingsnollpunkten), ligger för kornviveln vid omkring + 11°, för risviveln vid omkring + 13°. Övre temperaturgränsen för utveckling (gränsen för 100 % mortalitet hos utvecklingsstadierna) ligger vid omkring + 30°.

Spannmålens fuktighetshalt har, jämförd med temperaturen, ej så stor betydelse för själva utvecklingstidens längd, åtminstone inom de gränser för vattenhalten, som normalt kunna tänkas förekomma. I mycket torr spannmål fördröjes dock insektens utveckling rätt avsevärt.

Temperaturen och fuktigheten äro de avgörande faktorerna för förökningsförmågan även i så måtto, att de i hög grad påverka dödligheten hos de olika utvecklingsstadierna och därigenom bli bestämmande för icke blott antalet individer i de på varandra följande generationerna utan även för artens förmåga att

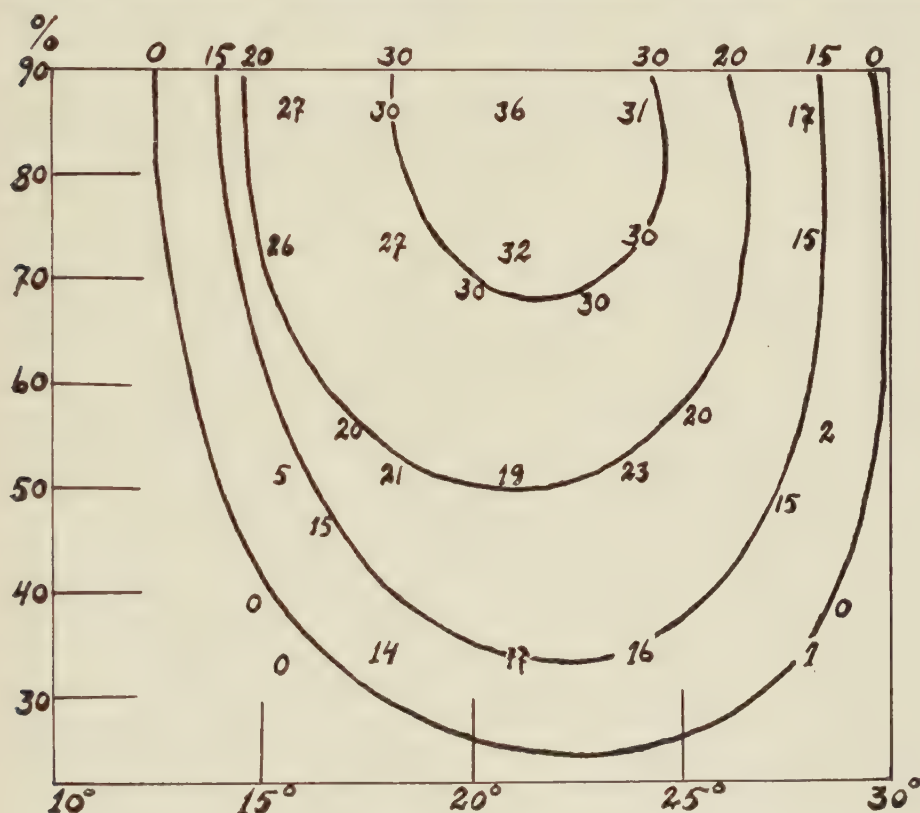


Diagram 2. Dödligheten hos kornvivelns ofullbildade utvecklingsstadier vid olika temp.- och fuktighetskombinationer (enl. ANDERSEN 1934).

över huvud fortleva. Omfattande undersökningar rörande kornvivelns mortalitet ha utförts av ANDERSEN (1934). Denne fastställde, hur många vivlar, som ur lika starkt äggbelagda spannmålsprover utvecklade sig vid vissa bestämda och konstanta temperatur-fuktighetskombinationer. Resultatet framgår av diagram 2. Siffrorna ange antalet vid varje temperatur-fuktighetskombination kläckta vivlar, och kurvorna sammanbinda de punkter, som ha samma kläckningstal (jfr isotermer eller isobarer på en väderlekskarta). Vid varje temperatur-

fuktighetskombination innanför de öppna ellipsformiga linjerna kläckas minst så många vivlar, som siffran vid den närmaste yttre linjen anger. Sålunda kläckas utanför noll-linjen inga vivlar mer, vadan denna linje markerar, att dödligheten stigit till 100 %. Enär ellipserna ha sin största vågräta diameter vid c:a 80 % luftfuktighet, torde detta motsvara den optimala relativa luftfuktigheten för alla temperaturer. Den optimala temperaturen å sin sida ligger för alla fuktighetsgrader vid 21 à 22°. Lägsta dödligheten förefinnes alltså vid en temperatur-fuktighetskombination av 21° resp. 85 %. Ur ett visst antal lagda ägg utvecklar sig vid denna kombination det största antalet fullbildade insekter. Detta innebär självfallet icke, att kornvivelns förökningsförmåga och skadegörelse når sitt maximum, där ovannämnda temperatur-fuktighetskombination råder. Att utvecklingsstadiernas dödlighet stiger vid temperaturer över 21°, kompenseras mer än nog av den alltmer förkortade utvecklingstiden och preovipositionsperioden, den intensivare äggläggningen och den större aktiviteten med åtföljande större näringsupptagande etc.

Ett ur praktisk synpunkt viktigt resultat av ovannämnda undersökningar är att de framhäva kornvivelns förmåga att fortleva och föröka sig vid mycket olika fuktighetsförhållanden. Detta framgår av ellipsernas vidsträckta utbredning i vertikal riktning å diagram 2. Som synes, nedgår den 15:e linjen (= 40 % av optimum) vid en temperatur av 22° nästan ned till 30 % luftfuktighet. Även i så torr luft utvecklas alltså 50 % av äggen till fullbildade skalbaggar. För praktiken innebär detta, att *luften i en lagerlokal aldrig är så torr och vattenhalten i spannmålen aldrig så låg, att kornviveln ej längre kan utveckla sig.*

Egna undersökningar utvisa, att *kornvivlarna kunna fortleva och föröka sig i vete med en vattenhalt av 10 % eller något därunder*; minimivattenhalten ligger vid omkring 9,5 %. I ett försök förvarades en glasburk med 150 gram vete, vari insläppts 200 kornvivlar, vid rumstemperatur och en relativ luftfuktighet av 40 % under en längre tid, varunder antalet levande resp. döda insekter kontrollerades. En samtidigt iordninggjord kontrollkultur förvarades vid samma temperatur och 75—80 % luftfuktighet. Resultatet framgår av följande sammanställning:

Observationstid, dygn	Rel. luftfuktighet 40 %				Rel. luftfuktighet 75—80 %			
	Antal vivlar				Antal vivlar			
	lev.	döda	S:a	därav nykläckta	lev.	döda	S:a	därav nykläckta
50	33	167	200	—	180	20	200	—
90	348	211	559	359	270	58	328	138
120	100	541	641	441	1,176	145	1,321	1,121

Vid observationstidens slut befanns vattenhalten hos vetet i den kultur, som förvarats vid den lägre luftfuktigheten, vara 9,9 %. Spannmålen var starkt söndergnagd, och antalet skalbaggar var som synes tredubblat. Dödligheten, särskilt hos de nykläckta vivlarna, var dock mycket hög, jämförd med kontrollkulturen vid högre luftfuktighet.

Resultatet av ett annat liknande försök med 4 kornvivelkulturer i vete, varav två med en fuktighetshalt av 13,6 % och 2 med 9,5 %, framgår av tabell I. Vid en så låg vattenhalt i vetet som 9,5 % dogo som synes insekterna snart nog ut, och någon förökning ägde praktiskt taget ej rum. Vid 13,6 % vattenhalt skedde däremot en ganska kraftig förökning.

Tabell I. *Kornvivlar i vete med olika fuktighetshalt.*

Fuktighet %	0 dagar		30 dagar		82 dagar		123 dagar	
	lev.	döda	lev.	döda	lev.	döda	lev.	döda
13,6 %	184	0	179	5	231	29	780	132
13,6 %	190	0	181	9	189	37	577	97
9,5 %	180	0	15	165	0	180	0	180
9,5 %	256	0	29	227	1	255	2	256

Antalet generationer, som kornviveln årligen hinner utveckla, torde vanligen uppgå till 2 à 3 i icke uppvärmda lokaler och till 4 à 5 i uppvärmda lokaler. Skadedjurets förökningsförmåga åskådliggöres bäst genom beräkning av antalet avkomlingar per individ. Detta antal kan lägst beräknas till 20 à 25. Enär proportionen mellan könen är ungefär 1 : 1, kommer sålunda på varje par 40 till 50 avkomlingar. Väljes siffran 40, så uppgår antalet avkomlingar efter ett enda par redan i tredje generationen till 800, i fjärde till 16,000 och i femte till 320,000.

På grund av de fullbildade spannmålsvivlarnas stora livslängd och den i jämförelse därmed korta utvecklingstiden förekomma i regel insekter ur olika generationer och i alla utvecklingsstadier samtidigt.

3. Skalbaggens och larvens näring. Insekternas utveckling i olika sädesslag m. m.

Kornviveln är först och främst känd som en av de svåraste skadeinsekterna på lagrad spannmål men är icke uteslutande hänvisad till detta slag av näring. På tal om de produkter, som kunna angripas av kornviveln, måste man skilja mellan den fullbildade skalbaggens näring och de ämnen, vari insekten kan lägga sina ägg och larven utveckla sig. Den huvudsakliga näringen för skalbaggen utgöra först och främst kärnor av vete, råg, korn (även malt angripes med begärlighet), majs, havre, ris och bovete. Skalbaggen angriper emellertid dess-

utom allehanda andra stärkelsehaltiga produkter, såväl lösa som fasta, såsom mjöl, kli och gryn, makaroner etc. Larven kan däremot utveckla sig blott i fasta substanser, och äggläggning sker därför huvudsakligen i sädeskorn av olika slag, stundom även i av mjöl förfärdigade hårda produkter, såsom makaroner o. dylikt.

Orsaken till att kornviveln ej kan föröka sig i löst mjöl är av »mekanisk» art, i det att den unga larven här saknar det stöd för kropp och munverktyg, som är nödvändigt för näringsupptagandet. I fast sammanpressat mjöl (samt i av fuktighet bildade, hårda klumpar) kan däremot förökning mycket väl äga rum. Detta åskådliggöres av följande försöksresultat:

I vardera av 2 glasskålar (I och II) med löst mjöl samt 2 med fast sammanpressat mjöl (III och IV) insläpptes 50 kornvivlar, varefter skålarna förvarades vid en temperatur av 23 à 24° C. Efter 4½ månader undersöktes skålarna och räknades antal vivlar samt larver och puppor:

N:r	Antal skalbaggar			Antal larver och puppor
	lev.	döda	S:a	
I	4	46	50	0
II	3	48	51	0
III	87	29	116	c:a 40
IV	98	49	147	» 40

I det lösa mjölet hade sålunda ej någon äggläggning och förökning ägt rum, däremot i det hoppressade mjölet. Kornviveln fordrar synbarligen ett visst motstånd hos mjölkroppen för retelse till äggläggning, vilken sålunda sker blott där viveln med tillhjälp av sin snabel kan borra hål, vari ägget kan anbringas.

Det är självfallet av stor praktisk betydelse att utröna, i vilka olika slag av näringsmedel som kornviveln kan fortleva resp. föröka sig. De kunna indelas i 4 grupper (KUNIKE, 1937): i ämnen, tillhörande första gruppen, sker såväl näringsupptagande som förökning, i den andra näringsupptagande men ingen förökning, i den tredje näringsupptagande (obetydligt) med snar död som följd; ämnen tillhörande fjärde gruppen angripas ej alls.

Grupp I: Vete, Råg, Havre, Korn, Majs, Ris, Makaroner o. dyl., Ekollon, Bovete

Grupp II: Mjöl, Kli, Gröpe

Grupp III: Ärter, Bönor, Lupiner, Sötlupiner, Mandlar, Jordnötter, Sojabönor

Grupp IV: Kakaobönor, Orostat kaffe, Oskalat ris

Av ovanstående sammanställning framgår bland annat, att kornviveln icke kan leva och föröka sig i baljväxtfröer. Att dessa av allt att döma innehålla något ämne, vilket verkar som gift på kornviveln, framgår av följande experiment:

I vardera av 4 glasburkar, varav två (I och II) tomma och två (III och IV) delvis fyllda med ärter, insläpptes 100 kornvivlar. Kärlen förvarades vid rumstemperatur och en rel. luftfuktighet om c:a 70 %. Antalet levande och döda djur räknades tid efter annan. Resultatet var följande:

Behandlingstid, dygn	Antal och procent döda			
	utan ärter		med ärter	
	I	II	III	IV
25	77	75	99	94
38	97	97	100	100
42	99	99	—	—
45	100	100	—	—

De kornvivlar, som icke erhöllo någon som helst näring, överlevde sålunda dem, som utfodrades med ärter. I lagringslokaler, som äro infekterade av kornviveln, kan man utan risk inlagra baljväxtfröer av varje slag.

Vete, korn och råg äro de sädesslag, som kornviveln helst angriper. Havren däremot har i sitt tjocka och hårda skal ett rätt effektivt om ock ej fullständigt skydd mot skadedjuret. I de fall, där någon svårare skadegörelse på havrepartier förekommit, ha dessa haft en onormalt hög fuktighetshalt, och det är de skalade kärnorna, som först och främst angripits. I försökskulturer med oskalad havre av normal fuktighetshalt har kornviveln i intet fall kunnat fortleva under någon längre tid, ej heller föröka sig.

Samma är förhållandet med risviveln. Resultatet av ett jämförande försök med kulturer av korn- och risvivlar i vete och oskalad havre, som förvarades vid en luftfuktighet av omkring 80 % och en temperatur av 24°, återges i tabell II.

Det har ofta även påståtts, att kornviveln ogärna angriper korn. All erfarenhet talar emellertid för att korn angripes i fullt ut samma utsträckning som vete och råg. Svårartad skadegörelse förekommer årligen såväl å foderkorn i lantmännens magasiner som å maltkorn och malt i bryggerier och mälterier. Bland spannmålsodlare och andra lagerhållare i Skåne är man för övrigt ofta av den uppfattningen, att vivlarna föredraga korn framför allt annat och att det oftast är kornpartier, som förete angrepp av skadedjuren. Förf. har själv iakttagit, hurusom i ett spannmålsmagasin, varest korn- och vetedrösar lagrades å samma botten, kornet fullkomligt vimlade av skalbaggarna under det att

Tabell II. *Spannmålsvivlarnas utveckling i vete och oskalad havre.*

Dagar	Vete				Havre			
	Kornvivlar		Risvivlar		Kornvivlar		Risvivlar	
	lev.	döda	lev.	döda	lev.	döda	lev.	döda
0	200	0	200	0	200	0	200	0
18	199	1	180	20	189	11	49	151
50	180	20	164	61	122	78	26	174
87	270	58	1000-tals	?	8	192	6	199
115	—	—	—	—	0	200	3	202
160	—	—	—	—	—	—	0	208

vetet var nära nog oangripet. Iakttagelsen gjordes på högsommaren, och både vetet och kornet härrörde från och var tröskat föregående år.

Uppgifterna rörande kornvivelns näringsupptagande och förökning i de olika sädesslagen äro för övrigt mycket motsägande. Bland annat har ANDERSEN (1935. A) sökt experimentellt klarlägga ordningsföljden mellan vete, råg, korn och havre med avseende på dels gnagskadornas omfattning, dels äggläggningsfrekvensen. I en serie försök användes därvid skalade kärnor av de fyra sädesslagen för att eliminera det skydd mot angrepp, som skalet utgör. I en blandning av 500 kärnor av vartdera sädesslaget insläpptes 50 vivlar. Efter fyra veckor avlägsnades djuren och antalet skadade kärnor fastställdes, varefter antalet ur de olika sädesslagen kläckta vivlar kontrollerades. Försöket gav det ganska överraskande resultatet, att gnagskador endast skett på råg- och skalade havrekärnor (ungefär i lika omfattning), under det vete och skalat korn ej alls angrepos.

Beträffande äggläggningsfrekvensen blev däremot ordningsföljden mellan sädesslagen annorlunda. Antalet kläckta vivlar per 500 kärnor var nämligen följande:

	Försök I	Försök II	Medelprocent äggbelagda kärnor
Skalat korn	447 vivlar	399 vivlar	44,1 %
Råg	373 »	359 »	38,0 %
Vete	27 »	188 »	11,3 %
Havre	50 »	68 »	6,0 %

Ur det skalade kornet samt rågen kläcktes sålunda mer än $^4/_5$ av samtliga vivlar, mot endast $^1/_5$ ur vetet och den skalade havren.

Särskilt anmärkningsvärd är den starka äggbeläggningen av det skalade kornet, fastän detsamma nästan ej alls angreps genom gnag. Omvänt var den skalade

havren starkt angripen genom gnag, under det att äggläggningen i densamma var obetydlig. Den ringa gnag- och även äggläggningsfrekvensen å vetet i detta försök torde enligt ANDERSEN bero på låg vattenhalt hos detsamma.

Egna försök rörande ordningsföljden mellan de fyra sädesslagen ha givit resultat, som rätt mycket avvika från de av ANDERSEN erhållna. Bland annat må följande experiment återges:

I trenne glasskålar (I, II, III) blandades fullt oskadade kärnor av vete, råg, oskalat korn och oskalad havre, 500 av varje sort, i en fjärde skål (IV) likaledes 500 kärnor av resp. vete, råg, korn och skalad havre. Femtio kornvivlar insläpptes i varje skål, varefter skålarna förvarades i termostat vid en temperatur av 23 à 24°. En liknande serie (V—VIII) med risvivlar iordninggjordes även. Efter en månad avlägsnades försöksdjuren och undersöktes de olika sädesslagen med avseende på gnagskador, varefter desamma förvarades var för sig i ytterligare 1½ månad för bestämning av äggläggningsfrekvensen. Gnagskadornas omfattning samt äggläggningsfrekvensen framgå av tabell III (skålarna IV och VIII med skalade havrekärnor).

Tabell III. *Spannmålsvivlarnas näringsupptagande och förökning i olika sädesslag.*

Skål n:r	Insektart	Antal gnagda kärnor				Antal kläckta vivlar			
		Vete	Råg	Korn	Havre	Vete	Råg	Korn	Havre
I	Cal. granaria	11	8	2	0	48	42	53	0
II	» »	24	10	3	0	59	45	71	0
III	» »	17	7	2	0	47	34	31	0
(IV)	» »	13	10	0	11	36	23	49	9
V	Cal. oryzæ	23	12	2	0	159	303	37	3
VI	» »	16	10	4	0	224	325	74	5
VII	» »	20	6	2	0	238	327	44	1
(VIII)	» »	4	2	0	53	165	312	70	182

Vetet företer som synes de avgjort starkaste gnagskadorna. I jämförelse med vetet blev såväl rågen som särskilt kornet relativt obetydligt angripet (av de angripna vetekärnorna voro för övrigt en stor procent fullständigt tomätna, under det rågkärnorna i regel hade mindre omfattande gnagskador). Den oskalade havren har ej alls angripits. Påfallande är, hurusom den skalade havren föredragits av risviveln, vilken nästan helt och hållet ratat de övriga sädesslagen vid tillgång till skalad havre.

Äggläggningsfrekvensen i de olika sädesslagen företer en helt annan bild. Att kornviveln minst lika gärna lägger ägg i korn som i vete framgår ju tydligt, likaså att insekten föredrager dessa båda sädesslag

framför råg. Oskalad havre äggbelägges ej alls vid tillgång till andra sädesslag. Även i skalad havre har kornvivelns äggläggning varit obetydlig.

Vad risviveln beträffar, illustrerar ju tabellen för det första, att denna insekt lägger ett betydligt större antal ägg och förökar sig betydligt kraftigare än kornviveln. För det andra framgår det, att risviveln för äggläggning föredragit rågen framför såväl vetet som övriga sädesslag. Mellan 50 och 60 % av alla äggen ha lagts i rågkärnor, omkring 35 % i vete, 7—11 % i korn och mindre än 1 % i oskalad havre. Sistnämnda sädesslag lämnas alltså ej alldeles orört av risviveln. Att risviveln något oftare än kornviveln angriper oskalad havre, har för övrigt även påpekats av Zacher (1926). Skalad havre har äggbelagts i samma grad som vetet.

Ordningsföljden mellan de fyra sädesslagen med avseende på äggläggningsfrekvensen är alltså enligt det ovan utförda försöket:

för kornviveln: korn, vete, råg, havre,

» risviveln: råg, vete, korn, havre.

Kunike (1937) anger för kornviveln följande relativtal med avseende på äggläggningsfrekvensen: vete 100, korn 86, råg 80, havre 8,5. Vid de försök, som lågo till grund för hans siffror, hade emellertid insekterna ej fritt val mellan de olika sädesslagen, vilket torde vara nödvändigt för erhållande av fullt tillförlitliga resultat.

När kornviveln äter, borrar den sig genom fröskalet in i mjölkroppen och uräter denna mer eller mindre fullständigt, innan den övergår till nästa kärna. Med förkärlek angripas halverade eller på annat sätt skadade kärnor; äggläggning sker däremot företrädesvis i hela kärnor.

Fuktig spannmål angripes alltid starkare än torr, särskilt är äggläggningen betydligt intensivare. Sålunda föredrar kornviveln fuktig havre framför mycket torrt vete.

Jämförande försök med vetesorter av olika hårdhetsgrad visa, att sädeskärnans struktur även har ett visst inflytande på angreppsgraden. Mjuka vetesorter angripas starkare än hårda s. k. glasveten, vilket bland annat följande experiment utvisar:

I vardera av två glasskålar med 100 gr kanadensiskt vårvete, råproteinhalt 16,5 %, och två glasskålar med vardera 100 gr svenskt höstvete, råproteinhalt 9,2 %, insläpptes 50 kornvivlar. Fuktighetshalten reglerades så att den var i möjligaste mån lika i samtliga skålar, vilka förvarades i termostat vid 24° C. Försöket avslutades efter 4 månader. Resultatet framgår av nedanstående sammanställning:

	Spannmålens viktförlust, gram	Antal nykläckta vivlar
Kanadensiskt vårvete	3,4	24
» »	4,1	57
Svenskt höstvete	22,5	498
» »	7,1	135

4. Livslängd och motståndskraft.

Kornviveln upptager näring och fortplantar sig under praktiskt taget hela sin livstid. Livslängden beror i främsta rummet av temperaturen och fuktigheten och kan under gynnsamma betingelser bli anmärkningsvärt lång. Värme och torka förkorta livslängden, under det att hög fuktighet och måttligt låg temperatur kunna förlänga densamma i hög grad. I 75 % luftfuktighet leva insekterna vid en temperatur av 29° högst 5 månader, vid 26° upp till ½ år och vid 21° C upp till 1 år. Vid 10—12° C har en livstid av ända upp till 2 år och 4 månader konstaterats. Under naturliga förhållanden kan man enligt ANDERSEN (1934) räkna med en genomsnittlig livslängd av 1½—2 år i ouppvärmda lagringslokaler samt c:a 1 år i uppvärmda lokaler. KUNIKE (1937) anger livslängden till 6 månader under sommarhalvåret och 9 månader för övervintrande djur.

Anmärkningsvärd och praktiskt betydelsefull är kornvivelns förmåga att under lång tid fortleva utan näring. Särskilt i fuktig luft är insektens svältförmåga synnerligen stor och ökas självfallet med fallande temperatur på grund av den minskade aktiviteten och ämnesomsättningen. I tabell IV ha sammanförts resultat av utförda experiment rörande korn- och risvivelns maximala livslängd utan näring vid olika temperatur- och fuktighetsförhållanden.

Tabell IV. *Motståndskraft mot svält vid olika temperatur och luftfuktighet.*

Temperatur	Rel. luftfuktighet	Maximal livslängd, dygn	
		Kornviveln	Risviveln
25°	75— 80 %	31	20
25°	38— 40 %	9	5
20°	80—100 %	50	45
20°	35— 40 %	15	8
12—14°	70— 80 %	150	95
12—14°	45 %	45	22

Vid mättad luftfuktighet blir livslängden utan näring än högre; enligt ANDERSEN uppgår därvid kornvivelns livslängd i rumstemperatur till 2 månader och i en temperatur av + 5 à 6° ända upp till 1 år!

Vivlarna kunna sålunda mycket väl under en hel sommar fortleva i ett tomt spanmålsmagasin för att senare angripa den nytröskade och nyinlagda spannmålen.

Även vid den mest minutiösa rengöring av en infekterad lagringslokal kvarblir för övrigt alltid en del spannmålskorn och avfall i svåråtkomliga springor och skrymslen, tillräckliga att under åratal uppehålla livet på en betydande stam av

vivlar. Så till exempel kan nämnas, att i ett större spannmålsmagasin, som på grund av svår infektion av kornviveln fullständigt utrymdes och rengjordes i februari år 1936, mängder av levande kornvivlar påträffades vid undersökning 1½ år efteråt.

Kornvivelns motståndskraft mot vidriga yttre förhållanden är för övrigt även i andra avseenden synnerligen stor. Exempelvis kan insekten, om den nedsänkes i vatten, fortleva under rätt lång tid utan lufttillförsel. Den blir visserligen redan efter några minuter orörlig men kan fortleva i dagar och veckor utan att dess livskraft tar skada. I vatten av + 4° temperatur kan kornviveln leva ända upp till 1½ månad, i vatten av rumstemperatur 2 veckor. Vivlar, som i 2 dygn höllos infrusna i is, återhämtade sig inom 10 timmar (MÜLLER, 1928). Av dessa sakförhållanden kan bland annat den slutsatsen dragas, att t. ex. stöpningsprocessen i ett mälteri ingalunda förmår utrota i kornet eventuellt befintliga kornvivlar. Att även larverna tåla hög fuktighet, framgår av att vivlarna kunna utveckla sig i tillslutna kulturer, där spannmålen på grund av den alstrade fuktigheten befinner sig i nära nog ruttnande tillstånd. Vid långvarigare vistelse utan näring i resp. syrgas, kvävgas och koldioxid utövar blott den sistnämnda gasen någon märkbar skadlig effekt på kornviveln och dess fortplantningsförmåga. Till och med i 50 %-ig alkohol kunna en del vivlar leva under mer än 1 dygn, i 100 %-ig alkohol över 5 timmar.

Orsakerna till denna kornvivelns motståndskraft äro bland annat följande: skalbaggens osedvanligt ringa syrebehov (nedsänkt i vatten eller i syrefri atmosfär täcker den orörliga men levande insekten sitt syrebehov genom nedbrytning av den egna kroppssubstansen); den ytterst effektiva tillslutningsapparaten hos stigmata eller andningsrörens utförsmynningar, vilken som en »klämkran» avspärrar andningsrören utåt, ger i förening med skalbaggens tjocka kitinpansar ett mycket effektivt skydd. Viktigt ur bekämpningssynpunkt är det faktum, att kornviveln även gentemot giftgaser är relativt motståndskraftig, tack vare förmågan att hastigt och fullständigt tillsluta traktéerna. Insektens förhållande till låga, resp. höga temperaturer skall i annat sammanhang närmare behandlas.

5. Allmänt om spannmålsvivlarnas levnadssätt och skadegörelse.

Spnnmålsvivlarna äro värme- och fuktighetsälskande insekter och trivas bäst i mörka, tillslutna lokaler med stillastående, instängd luft. Deras verksamhet försiggår huvudsakligen i det inre av spannmålslagren, och i spannmål, som får ligga orörd, märker man därför föga av skadedjurens närvaro. Så snart spannmålen emellertid omskyfflas eller omröres, komma skalbaggarna snart nog upp till ytan samt krypa ut på golv och upp på väggar. Först efter några timmar söka de sig åter tillbaka till spannmålen.

Vid utlastning av spannmål, angripen av vivlar, kvarbli därför alltid mängder av insekter i den tömda lokalen och utgöra en fara för nyinlagd säd. Likaså

sprida sig de oroade insekterna vid inlagring av ett parti infekterad säd snart nog över hela lagringslokalen och vandra över till andra spannmålspartier.

En för spannmålsvivlarna, särskilt kornviveln, utmärkande egenskap är deras ljusskygghet. Detta framgår tydligt om man t. ex. lägger ett antal skalbaggar på ett pappersark i närheten av ett fönster. Nästan undantagslöst krypa djuren omedelbart i riktning från ljuset. Denna s. k. »negativa fototaxis» är en av orsakerna till att vivlarna huvudsakligen gömma sig inne i spannmålslagren samt att de föredraga mörka lokaler och lagringsplatser framför ljusa. Enär vivlarna äro betydligt oroligare i ljus än i mörker, fortplanta de sig sämre i för ljus utsatta kulturer än i sådana som förvaras i mörker. Orsaken är tydligtvis, att äggläggningen i förra fallet ej fortgår lika ostört.

Med »negativ fototaxis» samverkar hos spannmålsvivlarna en utpräglad »tigmotaxis», d. v. s. instinkten att möjligast allsidigt söka bringa kroppen i beröring med fasta föremål. Välkänd är ju insekternas benägenhet att intränga och gömma sig i mörka springor och hörn. I tömda lagringslokaler sitta de fördenskull mest gömda i springor och fogar samt bakom befintliga paneler eller brädfodringar.

Att värmebehovet stundom överväger genemot ljusskyggheten visar sig bl. a. däri, att vivlarna på senvintern eller våren, när väderleken blir varmare, gärna samla sig på de av solen belysta husväggarna.

Vidrör man en kornvivel eller skakar man det underlag, varpå den kryper, intager insekten för en stund »skendöd» ställning. Därvid hållas antenner och ben tryckta tätt intill kroppen. Hos verkligt döda djur äro extremiteterna däremot oregelbundet utsträckta. Risviveln, vilken för övrigt i alla avseenden är betydligt rörligare och livligare, har ej samma benägenhet att »spela död» som kornviveln.

Som förut nämnts saknar kornviveln flygvingar; täckvingarna äro sammanväxta. Insekten kan sålunda endast förflytta sig krypande. Den hastighet, varmed kornviveln förflyttar sig, beror av temperaturen och uppgår vid 20° till 6 dm i minuten. Risviveln kryper åtskilligt snabbare och lättare än kornviveln. Sin flygförmåga gör risviveln bruk av endast vid hög temperatur under de varmaste sommardagarna. — Kornviveln kan vandra rätt långa sträckor och påträffas ej sällan utomhus i närheten av spannmålsmagasinen. Upprepade gånger har iakttagits, att vivlarna självmant utvandra från ett magasin och till ett annat någorlunda närbeläget, när livsbetingelserna på det förutvarande stället av någon anledning blivit ogynnsamma.

Av praktisk betydelse är kännedomen om p å v i l k e t d j u p i e t t s p a n n m å l s l a g e r ä g g l ä g g n i n g e n s k e r. Enligt olika uppgifter (Andersen, 1934; Müller, 1928) lägga kornvivlarna sina ägg ned till ett djup av omkring 10 cm.

Att de allra flesta äggen avläggas på detta djup, är otvivelaktigt, men egna iakttagelser från praktiken ha givit vid handen, att vivlarna mycket väl kunna nedtränga åtskilligt djupare i spannmålshögarna och även där avlägga sina ägg. Härpå tyder även resultatet av ett experiment, som utfördes på följande sätt:

En trätrumma av 2 meters höjd och med en inre genomskärning av 1 kvdm uppställdes lodrätt och fylldes med vete. Ovanpå vetet insläpptes därefter ett hundratal kornvivlar. Trummans ena sida var med jämna mellanrum försedd med borrhål för provtagning, tillslutna med korkar. Efter fyra månaders tid, varunder trumman stått orörd (vid rumstemperatur) uttogos prover på vetet från olika djup. I varje uttaget prov bestämdes dels antalet vivlar, dels omfattningen av gnagskadorna samt äggläggningsfrekvensen. Resultatet framgår av tabell V.

Tabell V. *Kornvivelns skadegörelse och äggläggning på olika djup i vete.*

Djup cm.	Per prov om 30 gram			
	Antal vivlar	Antal angripna kärnor		Antal kläckta inom 2 månader
		helt urätna	delvis skadade	
5	108	260	94	665
25	40	51	112	111
45	14	12	36	7
65	5	2	33	10
85	4	6	26	19
105	6	3	32	37
125	8	3	19	26
145	0	0	9	15
165	1	0	2	7

Som av tabellen framgår, har äggläggningen visserligen varit intensivast i spannmålens ytligare lager, ned till 25 cm djup, men åtskilliga ägg ha även lagts ned till ett djup av 1½ m och däröver.

I säckad spannmål leva och föröka sig spannmålsvivlarna fullt normalt.

Såväl den fullbildade insekten som larven äro skadedjur. Skalbaggen, som under hela sin livstid nära nog oavbrutet är sysselsatt med näringsupptagande, angriper spannmålskärnorna utifrån, varvid den först genomborrar skalet och därefter mer eller mindre fullständigt uräter frövitan. Larven förtär likaledes under sin utveckling inuti kornet det mesta av dettas innehåll. Av vivlar angripen spannmål undergår på detta sätt en fortgående viktminskning. Att denna vid starkare och långvarigare infektion kan bli betydande, finnas många exempel på, men i litteraturen tillgängliga uppgifter härom äro ofta övedrivna och rent felaktiga.

Så t. ex. har ZACHER (ZACHER o. JANISCH, 1923) i åtskilliga vetepartier fastställt en infektionsgrad av mer än 100,000 vivlar per hl. Han framhåller, att för utvecklingen av dessa insekter lika många kärnor urätits och uppskattar med ledning härav minskningen i

mjölutbytet per hl vete till c:a 30 kg. Denna höga siffra, som sedermera ofta återgivits även av andra författare, är emellertid grundad på en felräkning, nämligen att 100-kornsvikten för vete = 32 gram. Siffran hänför sig naturligtvis till 1,000-kornsvikten, varvid mjölförlusten per hl stannar vid 3 kg. Bortsett härifrån har emellertid en dylik beräkning endast teoretiskt intresse, ty vid en så stark infektion är säkerligen spannmålens kvalitet så nedsatt, att den överhuvud ej är användbar till människoföda och knappt till något annat nyttigt ändamål. Vid 100,000 vivlar pr hl har ju i ungefär var 25:te kärna en insekt utvecklat sig och urätit innehållet, vartill kommer de otaliga ägg och larver, som finnas i de andra kärnorna samt de fullbildade skalbaggarnas skadegörelse genom gnag. — Väl



Fig. 4. Av kornvivlar angripet vete.

Foto Tullgren.

teoretisk förefaller även en annan av samme författare utförd beräkning av kornvivelns skadegörelse (ZACHER, 1927). Han framhåller, hurusom han vid undersökning av ett tomt, infekterat spannmålsmagasin i slutet av augusti, alltså kort före den nya skördens inlagring, i golvspringorna fann 83 levande vivlar på 2 kvm:s yta. Hela golvytan utgjorde 250 kvm, vadan hela antalet kornvivlar måste uppgå till minst 10,000. Så långt kunna ju ZACHERS beräkningar vara korrekta. Emellertid fortsätter han med att framhålla hurusom, under förutsättning att hälften av vivlarna äro honor och att varje hona lägger i genomsnitt 150 ägg, avkomlingarna av dessa insekter uppgår till 750,000. Näringsbehovet per individ beräknas till 1 gram. Viktförlusten hos den nyinlagrade spannmålen skulle följaktligen till nästa sommar ha uppgått till minst 750 kg, och den verkliga förlusten blivit än högre, om man även medräknat alla i väggspringor och på balkar etc. befintliga

vivlar. — En dylik beräkning har uppenbarligen föga med verkligheten att göra. Den förutsätter givetvis, att spannmålen under lagringstiden lämnas fullständigt orörd och utan någon som helst skötsel, rensning, luftning etc., samt att temperaturen under hela tiden håller sig så hög, att äggläggning och utveckling oavbrutet kan ske. Ej heller har hänsyn tagits till den mycket höga dödligheten hos vivlarna under den kallare årstiden. Likaså är den angivna siffran för insekternas näringsbehov, 1 gram per individ, för hög. Näringsbehovet per larv kan nämligen uppskattas till c:a 30 mgr, och enligt KUNIKE (1937) uppgår den av en fullbildad kornvivel upptagna näringsmängden till i genomsnitt 1,2 mgr per dag vid en temperatur av 26°, vilket på ett helt år endast gör 0,4 gram.

Av spannmålen tillverkat mjöl får en gråaktig färg och nedsatt bakningsförmåga samt besk smak och kan även ha hälsovådliga egenskaper. Redan vid ganska ringa angrepp kan grobarheten hos utsädesspannmål betydligt nedsättas. Hos angripen malt har konstaterats en försämring i fråga om försockringsförmågan. Förutom direkt viktförlust sker hos spannmålen en fortgående försämring i fråga om kvalitet och lagringsduglighet. Skalbaggarnas och larvernas torra, pulverformiga exkrementer förorena säden, och genom insekternas andning och övriga livsverksamhet stegras undan för undan spannmålens fuktighetshalt och temperatur. Detta ökar givetvis i sin tur spannmålens egen andning och därmed viktsförlust genom svinn, samt gynnar utvecklingen av mögelsvampar och bakterier. Angripen spannmål blir på så sätt allt mindre lagringshållbar. Värmestegringen lär vid starkt angrepp kunna bli så betydande, att man kan känna den utanpå spannmålssäckar, som äro infekterade av vivlar (i kornvivelkulturer har en temperatur av + 33° uppmätts). I större infekterade spannmålslager, som få ligga orörda, uppkomma här och var »värmenästen», vilka alltmer utbreda sig. Att stegringen i temperatur och fuktighetshalt åtföljes av en allt starkare förökning av skadedjuren är självklart. Vid regelbundna temperaturobservationer i spannmål är temperaturstegring ofta det första tecknet på att densamma är angripen. (Amerikanska undersökningar (LINDGREN, 1935) rörande de olika faktorer, som kunna orsaka värmestegring i lagrad spannmål, alltså i första hand sädens egen andning, när den lagras vid hög vattenhalt, samt infektion av insekter, ha ådagalagt, att temperaturstegring i av vivlar angripen spannmål beror på alstrandet av värme och metaboliskt vatten såsom slutprodukter vid insekternas andning. Den mängd koldioxid, som alstras av vete, stiger hastigt vid en vattenhalt över 14 %. Insekternas avgivande av koldioxid avhänger av och stiger med vetets fuktighetshalt. När vetets fuktighetshalt var 12,2 % eller därunder, var insekternas andning den viktigare värmestegrande faktorn jämförd med spannmålens egen andning, men vid en vattenhalt av 17,4 % voro båda faktorerna lika starkt verksamma. En japansk forskare, TAKAHASHI (1933), hävdar, att värmestegring i lagrad spannmål icke orsakas av de fullbildade skalbaggarna utan endast av larverna).

Samtidigt med eller efter kornviveln uppträda i regel olika slags »sekundära» skadedjur, vilka själva ej gärna angripa oskadad spannmål men som tack vare kornvivelns förarbete kunna föröka sig oerhört och fullborda förstörelseverket.

Hit hör t. ex. sågtandade plattbaggen, *Silvanus surinamensis* L. Denna lilla skalbagge saknas sällan i av kornvivlar angripen spannmål. I bryggeriernas och mälteriernas korn- och maltlager uppträder den stundom i oerhörda massor, men nästan alltid i sällskap med kornviveln eller andra »primära» skadeinsekter, t. ex. kvarnmottet. I oskadat korn kan den varken leva eller föröka sig. Andra mycket vanliga följeslagare till kornviveln äro rismjölbaggen, *Tribolium confusum* Duv. (som dock ej är ett enbart sekundärt skadedjur) samt mjöloret, *Acarus farinae* L.

Av kornvivlar angripen spannmål blir självfallet mindervärdig eller rent av oanvändbar till människoföda. Vid utfodring av dylik spannmål lär man i många fall ha konstaterat sjukdomsfall hos husdjur, särskilt hästar. Sålunda redogör prof. Albrecht (Wochenschr. Tierheilkunde 1905, S. 826/27) för en del fall, där hästar, som utfodrats med av kornvivlar angripet korn, svårt insjuknat med höggradig andnöd, stark svettning och betydande inflammation av de synliga slemhinnorna. Sjukdomstecknen försvunno, sedan kornet efter noggrann tvättning utfodrades i fuktigt tillstånd. Mångenstädes i litteraturen finner man även uppgifter om att höns, som förtärt större mängder kornvivlar, dött. Som orsak till de av kornviveln infekterade fodermedlens hälsofarlighet nämnes i första hand digestionskanalens belastning med insektens hårda och osmältbara kitindelar. Närvaron av några specifika giftämnen i insekterna eller deras utsöndringar har däremot icke kunnat konstateras, ehuruväl sjukdomssymptomen till exempel hos hästar synas tyda härpå. Bland annat har Kunike (1937) genom utfodringsförsök med marsvin sökt kontrollera den eventuella giftverkan av olika kornvivelpreparat, såsom döda, i vatten rivna skalbaggar, levande i fysiologisk koksaltlösning rivna skalbaggar, i vatten utrörda exkrementer samt olika ur exkrementerna framställda extrakt. De kvantiteter av preparaten, som försöksdjuren erhöllo, överstego vida de mängder, som i praktiken kunna ifrågakomma vid utfodring med infekterad spannmål. I intet fall förmärktes något sjukdomstecken hos försöksdjuren, och Kunike hävdar fördenskull, att utfodring av fodermedel, angripna av kornvivlar, kan ske utan någon risk.

Närvaron av vivlar i ett spannmålslager är vid en ytlig undersökning ofta knappast märkbar. Likaså underskattar man lätt infektionens verkliga omfattning, när man blott ser enstaka djur här och var. Genom att omskyffla en del av spannmålen, helst i något hörn eller intill en vägg, kan man dock i regel lätt konstatera närvaron av skadedjuren, enär de efter någon stund krypa upp till ytan och söka sig bort från spannmålen. En säkrare metod är att sålla spannmålsprover genom ett 2 mm grovt såll, som genomsläpper skalbaggarna. Spannmålen kan dock nyligen ha rensats i fläkt eller aspiratör, varvid alla skalbaggar och söndergnagda samt tomma kärnor avlägsnats. Säden kan sålunda förefalla fullt ren, trots att den innehåller ägg och larver. Därför bör man i misstänkta fall uttaga ett eller flera prover ur spannmålspartiet och förvara dem vid rumstemperatur eller hellre 26—27° C. Efter någon tid sållar man provet för att undersöka

om kläckning skett. Ett annat sätt att fastställa närvaron av vivlar är att hälla prover ur spannmålen i ett kärl med vatten. Tomätna kärnor samt kärnor med äldre larver och puppor flyta därvid upp till ytan.

6. Motståndskraften mot värme och köld. De ekologiska gränserna för spannmålsvivlarnas geografiska utbredning.

a. Förhållande till höga temperaturer.

Spannmålsvivlarna äro i likhet med flertalet andra insekter rätt känsliga för höga temperaturer. I annat sammanhang har nämnts, att fortplantningen upphör vid något över + 30°. En konstant temperatur av omkring + 35° blir snart ödesdiger för insekterna, i det att kornviveln dör inom 13 dygn och risviveln inom 9 dygn (BACK o. COTTON, 1924). Värmeförlamning inträder vid + 38,4° och värmedöd inom några timmar vid en temperatur av omkring + 40°.

Rörande motståndskraften mot höga temperaturer ha utförda undersökningar visat, att såväl fullbildade skalbaggar som samtliga ofullbildade utvecklingsstadier dödas vid en temperatur av

55° inom ½ timme,
48—50° » ¾ » ,
45° » 3½ timmar.

b. Förhållande till låga temperaturer.

Spannmålsvivlarna äro främlingar i vår fauna, hitförda i samband med den internationella spannmålshandelns utveckling. Någon tillpassning för vårt lands klimatiska betingelser föreligger icke; spannmålsvivlarna äro utpräglade inomhusinsekter och kunna i vårt klimat ej fortleva utomhus (att risviveln hos oss regelbundet utdör under den kallare årstiden, har i annat sammanhang omnämnts). Att kornviveln kunnat bli bofast på våra breddgrader, torde bero allenast därpå att insekten i våra lagringslokaler har levnadsbetingelser, någorlunda motsvarande dem, som utomhus råda i dess ursprungliga hemland (ANDERSEN, 1936). Kornviveln anses härstamma från de trakter av Gamla världen, där spannmål först började odlas (Främre Asien). I dessa områden, med mindre utpräglade växlingar mellan årstiderna, äro insekternas levnadsförhållanden mindre årstidsbundna än på nordligare breddgrader. Att kornviveln därstädes ursprungligen varit en utomhusinsekt och som sådan haft flera generationer årligen, är sannolikt. Enär flera spannmålsskördar årligen hinna mogna på dessa breddgrader, har kornviveln haft näring och förökningsmöjligheter året om. Det ligger därför nära till hands antaga, att kornviveln redan som utomhusinsekt

i sitt ursprungliga hemland uppvisade samma biologiska och fysiologiska egenskaper, som äro karakteristiska för densamma som inomhusinsekt hos oss, där den fortlever endast i skydd av våra byggnader.

Kornvivelns motståndskraft mot låg temperatur är dock betydande men kan ej mäta sig med våra utomhusinsekters. Kornvivelns äggläggning upphör vid omkring + 13° (risvivelns vid någon grad högre temperatur). Vid ytterligare fallande temperatur minskas insekternas aktivitet kontinuerligt, näringsupptagandet blir obetydligt, rörelserna allt långsammare, och kölddvala inträder hos kornviveln vid + 5,1°, hos risviveln redan vid ett par grader högre temperatur. Spannmålsvivlarnas förmåga att fortleva i dvaltillstånd är begränsad. Särskilt bör poängteras, att en långsamt fallande temperatur icke har någon »härdande» inverkan på dessa insekter. Ehuru betydande individuella variationer förefinnas ifråga om köldhärdigheten, medför dock ett fortsatt dvaltillstånd döden inom längre eller kortare tid, alltefter temperaturen. ROBINSON (1926) har genom omfattande experiment funnit, att anledningen härtill är en genom kroppsvävnadernas nedbrytning fortgående viktsförlust hos insekterna: under kölddvalan fortgår metabolismen, samtidigt som insekterna sakna förmågan att genom näringsupptagande ersätta de nedbrutna kroppsvävnaderna. Ju lägre temperaturen är, ju mindre behöver viktsförlusten bli för att döden skall följa. Dessa förhållanden förklara även, varför en långsamt fallande temperatur icke har någon härdande inverkan på spannmålsvivlarna. Experiment ha bevisat, att kornvivlar, som utan övergång utsättas för temperaturer, vilka ligga under gränsen för kölddvala, tvärtom leva längre än djur, som någon tid dessförinnan utsatts för gradvis fallande temperatur.

Ifall kölddvalan emellertid avbrytes, innan döden inträtt, återhämta sig insekterna inom kort tid, utan att deras aktivitet och förökningsförmåga skadats.

Enär en närmare kännedom om spannmålsvivlarnas köldhärdighet och aktivitet vid olika, låga temperaturer är av stor praktisk betydelse, ha rätt omfattande undersökningar häröver utförts vid växtskyddsanstalten.

Genom laboratorieförsök erhållna uppgifter återgivas i tabell VI. Som synes är de ofullbildade utvecklingsstadiernas köldhärdighet avsevärt sämre än de fullbildade skalbaggarnas. Redan vid en så måttlig nedkylning av infekterad spannmål som till + 4,5 à 6° dödades kornvivelns alla ägg, larver och puppor inom 70 dygn, under det att de fullbildade skalbaggarna levde ännu efter 105 dygn. Vid en konstant temperatur av — 2° dödades 80 % av kornvivelns ägg inom 10 dygn och 100 % inom 20 dygn, under det att de fullbildade skalbaggarna kunde leva upp till 40 dygn. Som av tabellen framgår har risviveln en mycket ringa motståndskraft mot köld (det kan tilläggas, att dess ofullbildade stadier redan vid en temperatur av + 7 à 9° dödas inom ett par månaders tid).

Vattenhalten hos den spannmål, vari insekterna leva, har enligt av ROBINSON (1926) utförda undersökningar visat sig spela en stor roll för köld-

Tabell VI. *Spannmålsvivlarnas maximala motståndskraft, i dygn, vid olika, låga temperaturer.*

Temperatur °C	Kornviveln			Risviveln		
	fullbildad	larv och puppa	ägg	fullbildad	larv och puppa	ägg
+ 4,5 à 6	105 +	70	70	80	35	35
0	70	50	·50	16	—	—
— 2	40	14	—	9	6—8	4
— 6	25	7	7	3	3	2
— 10	10—14	—	—	—	—	—
— 15	7½ tim.	—	—	4½ tim.	—	—

härdigheten: vid lika låg temperatur omkomma spannmålsvivlarna betydligt fortare i torr spannmål än i fuktig.

För att närmare studera spannmålsvivlarnas köldhärdighet under betingelser, ungefär motsvarande dem, som under den kallare årstiden råda i spannmålsmagasinen, förvarades under vintrarna 1936—37 och 1937—38 kulturer av korn- och risvivlar i en ouppvärmd lokal vid Experimentalfältet:

A) Vintern 1936—37. Insekterna förvarades i 1½-liters glasburkar, fyllda med vete, som förutom fullbildade skalbaggar innehöll stora mängder ägg, larver och puppor. Burkarna inställdes i den ouppvärmda lokalen den 19 dec. 1936. Tid efter annan uttogos ur dem prover för fastställandet av antalet överlevande djur. Maximi- och minimitemperaturerna i lokalen under perioden 23 dec. 1936—25 mars 1937 framgå av diagram 3. Vid provtagning den 8 januari 1937, alltså efter tre veckor, levde de allra flesta kornvivlarna, ävensom äggen och larverna. Av risvivlarna voro c:a 60 % av skalbaggarna döda, och kläckningskontrollen utvisade, att så gott som alla ägg, larver och puppor dödats (ur 100-tals infekterade vetekärnor framkläcktes under flera månaders observationstid vid rumstemperatur blott enstaka vivlar). Den 19 januari, efter sammanlagt en månads köldbehandling, togos förnyade prover. Dessa utvisade, att risvivelns samtliga utvecklingsstadier nu voro döda, trots att någon strängare köldperiod ännu ej infallit. Av kornvivlarna levde däremot flertalet såväl skalbaggar som ofullbildade. Vid provtagning den 9 februari, d. v. s. efter 52 dygn, befanns, att c:a 30 % av de fullbildade kornvivlarna ännu levde. De i vetekornen liggande utvecklingsstadierna voro däremot till allra största delen döda (ur ett kläckningsprov, som förvarades vid en temperatur av + 25° och som innehöll talrika ägg, larver och puppor, kläcktes inom 10 dygn ett par skalbaggar men därefter inga; detta tyder på att enstaka puppor överlevat under det att alla ägg och larver dödats). Den 15 februari levde ännu c:a 15 % av skalbaggarna, medan däremot samtliga ofullbildade stadier nu voro döda. Ett par procent av de full-

bildade insekterna levde även vid provtagning den 26 februari. Den 4 mars, 75 dygn efter försökets början, voro samtliga kornvivelskulturer utdöda; även skalbaggarna hade alltså nu dukat under.

B) Vintern 1937—38. Ett antal jutepåsar med vardera 6 kg korn, som innehöll mängder av kornvivlar i alla utvecklingsstadier, inställdes i samma oeldade lokal den 13 nov. 1937. Lufttemperaturen och spannmålens temperatur framgå av diagram 4. Första provtagningen ur kornpåsarna skedde den 10 dec. 1937,

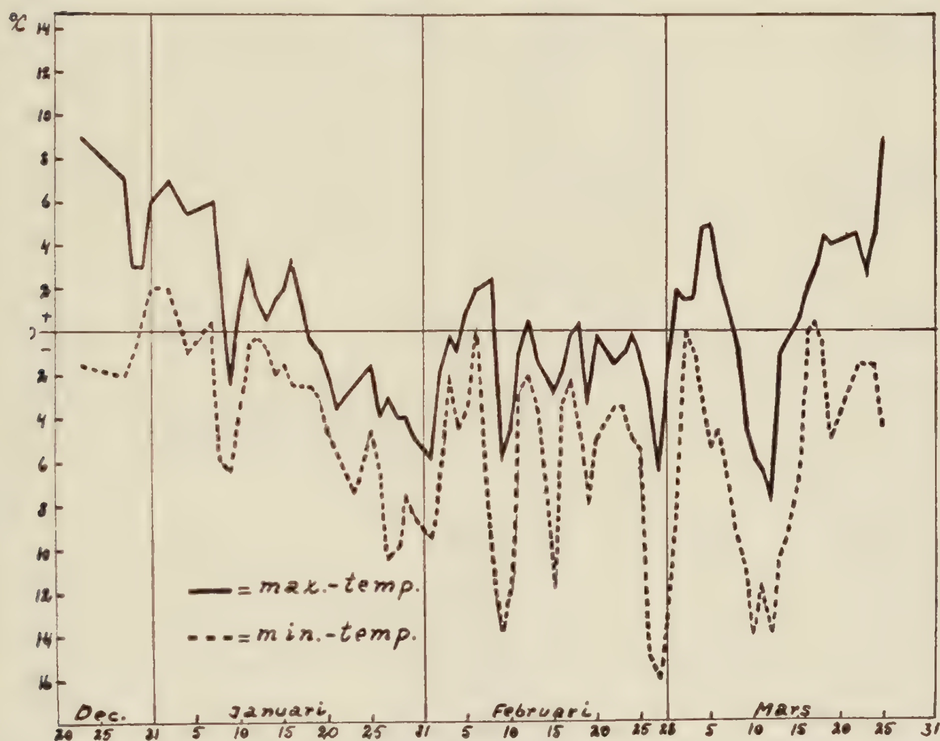


Diagram 3. Temperaturförhållanden i oeldad lokal vintern 1936—37.

alltså efter omkring en månad. Av 297 skalbaggar levde 121, alltså 40 %. Ur ett kläckningsprov på 0,8 liter korn, som förvarades vid rumstemperatur, hade efter 4 veckor kläckts 27 vivlar och efter nio veckor ytterligare endast tre vivlar, vilket tyder på att en del puppor och huvudsakligen äldre larver överlevat, under det ägg och yngre larver till största delen redan dukat under. Vi nästa provtagning, som skedde den 4 januari 1938, levde 1 % av de fullbildade insekterna, under det att de ofullbildade voro utan undantag döda. Den 10 januari hade även alla skalbaggar dukat under.

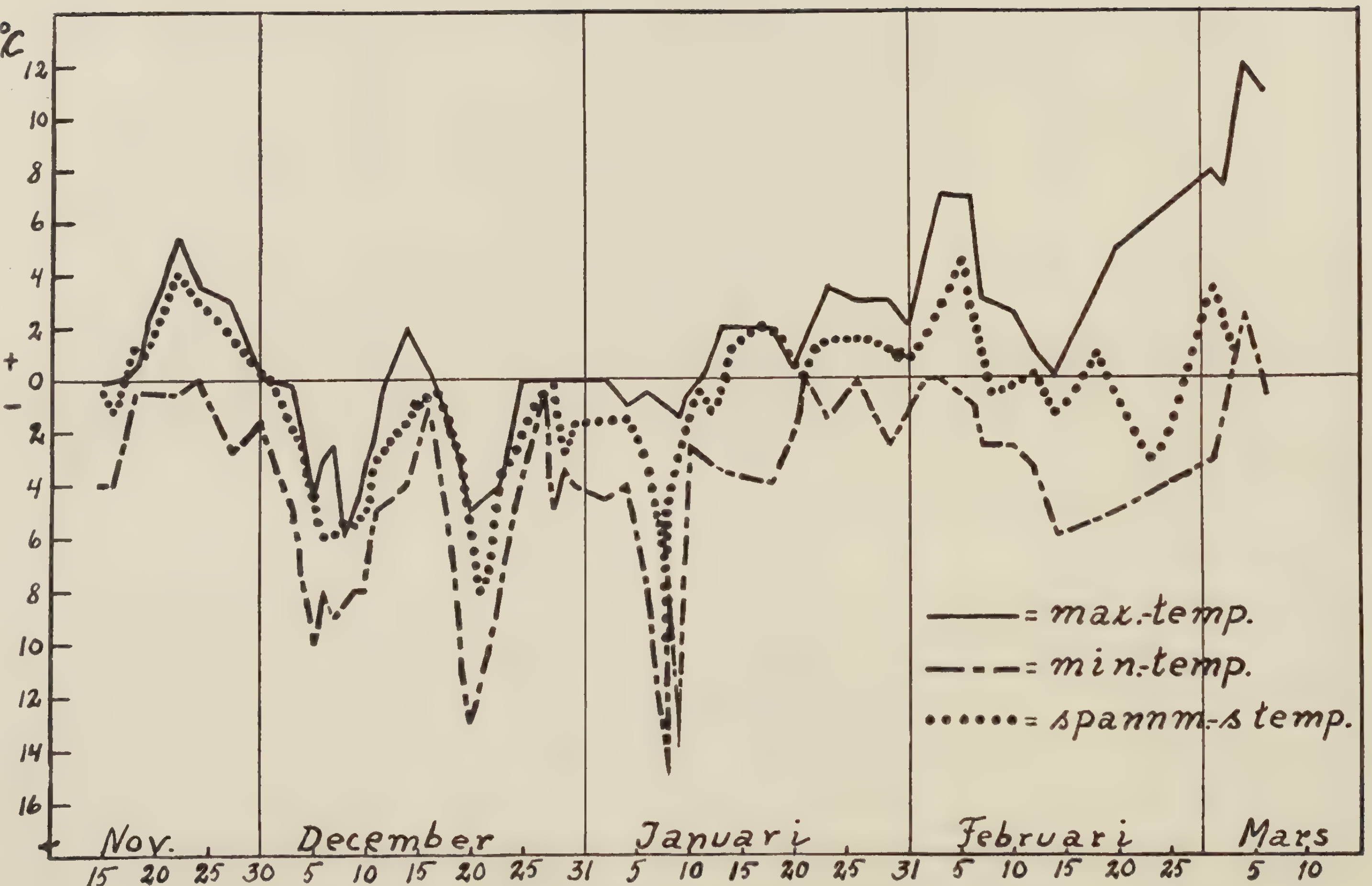


Diagram 4. Temperaturförhållandena i oeldad lokal vintern 1937—38.

De ovan återgivna undersökningarna visade för det första, att kornviveln icke förmår överleva vintertemperaturen i mellersta Sverige i oeldade lokaler utan utdör redan inom ett par månaders tid. (Observationstiden vintern 1936—1937 omfattade perioden 19 dec.—4 mars, alltså 1½ månader, vintern 1937—1938 perioden 13 nov.—10 januari, alltså 2 månader). För det andra bekräfta undersökningarna, att spannmålsvivlarnas ofullbildade stadier duka under tidigare än de fullbildade skalbaggarna. Ett studium av temperaturförhållandena under vintermånaderna i olika delar av Sydsverige ger dessutom vid handen att, när det gäller ouppvärmda lagringslokaler, där temperaturen endast obetydligt överstiger yttertemperaturen, kornviveln endast i sällsynta fall torde kunna överleva en vinter, och då sannolikt blott som fullbildad skalbagge. Vid yttertemperatur kan kornviveln ingenstädes i vårt land överleva vintermånaderna. Detta framgår av de i tabellerna VII och VIII återgivna data rörande temperaturförhållandena i olika delar av mellersta och södra Sverige, jämförda med i tabell VI lämnade uppgifter rörande den längsta tid, under vilken spannmålsvivlarna förmå uthärda klödvala (temperaturen + 5,1° eller lägre). Insekten övervintrar sålunda endast i lokaler, där temperaturen håller sig mera avsevärt högre än ytterluftens. Detta kan t. ex. vara förhållandet, där större spannmålspartier upplagrats, inuti vilka vinterkölden ej får tillfälle att inträngа, och å spannmålsloft, belägna ovanför djurstallar eller boningsrum etc. När det gäller fristående spannmålsmagasin av den på landsbygden vanliga typen, äro skillnaderna i lufttemperatur inom- och utomhus vintertid mycket obetydliga, vilket framgår av diagram 5. Som synes är den inneliggande spannmålen en relativt dålig värmeledare, som endast långsamt reagerar för växlingarna i luftens temperatur, när den får ligga orörd.

Till belysande av spannmålsvivlarnas köldhärdighet ge en del i England utförda undersökningar ett gott jämförelsematerial. MANSBRIDGE (1936) har under vintrarna 1934—35 och 1935—36 studerat övervintringsförmågan hos

Tabell VII. *Normaltemperatur °C (medeltemp. 1901—1930) månaderna nov.—mars.*

	November	December	Januari	Februari	Mars
Stockholm	+ 1,6	— 1,3	— 2,5	— 2,6	— 0,4
Nyköping	+ 1,8	— 1,0	— 2,2	— 2,2	± 0,0
Linköping	+ 1,8	— 1,0	— 2,1	— 2,1	+ 0,2
Vänersborg	+ 2,4	— 0,4	— 1,5	— 2,0	+ 0,4
Göteborg	+ 3,9	+ 1,1	± 0,0	— 0,3	+ 2,0
Västervik	+ 2,8	— 0,1	— 1,3	— 1,4	+ 0,6
Visby	+ 4,0	+ 1,2	± 0,0	— 0,7	+ 0,7
Kalmar	+ 3,5	+ 0,7	— 0,8	— 1,2	+ 0,5
Lund	+ 3,4	+ 0,9	+ 0,3	— 0,6	+ 1,7
Ystad	+ 4,5	+ 1,9	+ 0,6	± 0,0	+ 1,8

Tabell VIII. *Medeltemperatur °C vintern 1936—37 och 1937—38.*

		Nov.	Dec.	Jan.	Febr.	Mars
Stockholm	1936—37	+ 3,8	+ 3,0	— 1,2	— 3,0	— 1,6
»	1937—38	+ 2,9	— 3,6	— 1,0	+ 0,9	
Nyköping	1936—37	+ 3,5	+ 2,6	— 1,0	— 3,1	— 1,8
»	1937—38	+ 2,2	— 4,3	— 1,7	+ 0,7	
Göteborg	1936—37	+ 5,6	+ 4,4	— 0,5	— 0,8	+ 0,1
»	1937—38	+ 3,5	— 1,5	+ 1,6	+ 2,0	
Växiö	1936—37	+ 4,1	+ 2,7	— 1,8	— 1,1	— 0,6
»	1937—38	+ 2,2	— 2,6	+ 0,2	+ 0,9	
Kalmar	1936—37	+ 5,1	+ 3,5	— 0,5	— 0,8	— 0,5
»	1937—38	+ 3,7	— 1,0	+ 0,5	+ 1,2	
Lund	1936—37	+ 5,2	+ 3,3	— 0,9	+ 0,3	+ 0,9
»	1937—38	+ 3,6	— 0,3	+ 1,6	+ 1,5	

olika förrådsinsekter under temperaturförhållanden, jämförliga med dem som råda i ouppvärmda lagringslokaler. Under den förstnämnda vintern nedgick temperaturen i den lokal, där observationerna gjordes, vid intet tillfälle till 0°, och

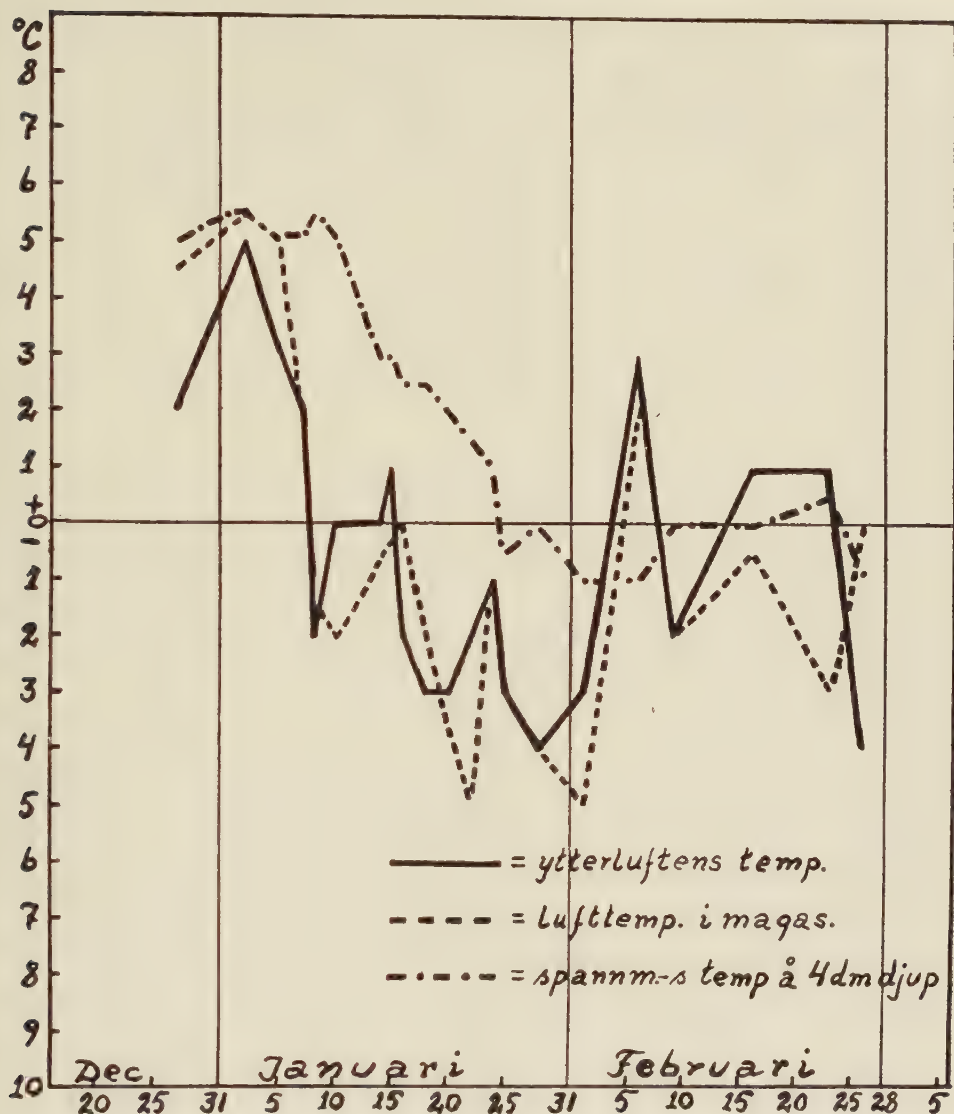


Diagram 5. Temperaturförhållandena i ett fristående gårdsmagasin för spannmål.

medeltemperaturen höll sig åtskilliga grader över noll. Kornviveln hörde till de insektsarter, som överlevat denna vinter, under det att risviveln utdött. Vintern 1935—36 var något kallare, och det förekom under tre olika veckor sammanlagt 11 dagar, då temperaturen understeg 0°; lägsta uppmätta temperaturen var dock endast —2°. Denna vinter utdog även kornviveln. Ej ens i England med dess, jämfört med Sverige, milda vintrar, för-

mår sålunda kornviveln alltid övervintra i lagringslokaler, där den är utsatt för ytterluftens temperatur.

Spannmålsvivlarnas förminskade aktivitet vid låg temperatur kommer bland annat till uttryck i det minskade näringsupptagandet. För att närmare studera insekternas skadegörande förmåga i spannmål av olika temperatur har en serie försök utförts. Resultatet av dessa var följande:

1) Spannmålens temperatur +5,5 à 6,5° C:

Kornviveln nästan fullständigt inaktiv, upptager praktiskt taget ingen näring, angriper ej spannmål;

Risviveln fullständigt inaktiv (kölddvala), djuren dö inom loppet av några veckor.

2) Spannmålens temperatur + 6,5 à 7,5° C:

Kornviveln upptager ytterst obetydligt med näring, angriper endast halverade eller på annat sätt skadade vetekärnor och även dessa endast obetydligt. I en kultur med 226 kornvivlar och 800 oskadade samt 40 halva vetekärnor, som undersöktes efter 12 veckors förvaring vid denna temperatur, befanns sålunda, att samtliga hela kärnor voro fullständigt oangripna. Av de 40 halva kärnorna företedde 12 obetydliga gnagskador.

Risviveln fullständigt inaktiv, djuren dö inom några veckor.

3) Spannmålens temperatur + 7 à 10°:

Kornviveln upptager obetydligt med näring. I en blandning av hela och skadade vetekärnor angripas endast de sistnämnda. I kulturer med endast hela vetekärnor äro de enstaka och obetydliga gnagskador, som kunna upptäckas, i regel lokaliserade till det tunna skalet över grodden. Att kornvivelns skadegörande förmåga vid denna temperatur är så obetydlig, att den saknar praktisk betydelse, framgår exempelvis av följande försök: 153 kornvivlar insläpptes i ett glaskärl, innehållande 50 gram oskadade vetekärnor (= 1,200 kärnor). Trots denna ytterst starka infektion (omräknad per 100 kg spannmål motsvarar den omkring 300,000 skalbaggar), som ej tillnärmelsevis kan tänkas förekomma i praktiken, befanns efter 3 månader, att endast 5 % av kärnorna företedde gnagskador samt att vetets viktsförlust endast var omkring 0,5 %.

Risviveln är ännu vid + 8,5° fullständigt inaktiv och orörlig. Intet näringsupptagande äger rum, och insekten dör inom någon månads tid.

4) Spannmålens temperatur + 10 à 13°:

Kornvivelns aktivitet något större. Parning sker vid 12° C, äggläggning vid någon grad högre temperatur. Näringsupptagandet dock fortfarande rätt obetydligt. I kulturer om 55 gram hela vetekärnor, vari insläpptes omkring 200 kornvivlar (infektionen alltså motsvarande omkring 360,000 vivlar per

100 kg vete!), voro sålunda efter 3 månader blott 10 % av kärnorna skadade genom gnag.

Risviveln fortfarande föga aktiv, ingen äggläggning sker, och dödligheten hos insekterna är hög (omkring 90 % döda inom 12 veckor). Obetydlig skadegörelse å spannmålen; i en blandning av hela och halva vetekärnor angripas endast de sistnämnda.

Först när spannmålens temperatur överstiger + 13° sker någon förökning av insekterna och börjar deras näringsupptagande få sådan omfattning att någon skadegörelse av praktisk betydelse kan äga rum.

c. De ekologiska gränserna för spannmålsvivlarnas geografiska utbredning.

Rörande klimatets betydelse för lantbruksentomologien är BODENHEIMER en av de banbrytande forskarna. Med ledning av uppgifter rörande spannmålsvivlarnas utvecklingsförhållanden vid och motståndskraft mot olika låga resp. höga temperaturer har han bland annat sökt förklara och fixera de ekologiska gränserna för dessa insekters utbredning (1927). Enär hans undersökningar och slutledningar även ha stor praktisk räckvidd, skola en del av desamma i det följande något diskuteras.

Rörande mortaliteten vid olika temperaturer återger BODENHEIMER en del uppgifter, hämtade ur BACK o. COTTON 1924 (se tabell IX). Tabellen visar genast, påpekar BODENHEIMER, att kornviveln är väl anpassad att överleva även kyligare vintrar, i det att nedre utbredningsgränsen motsvarar en medeltemperatur av — 5° C under någon av årets månader, under det att risviveln icke kan hålla sig kvar under utomhus rådande betingelser, där något månadsmedeltal för temperaturen nedgår till + 3° eller därunder. Anmärkningsvärt är det förhållandet, att även beträffande moståndskraften mot värme risviveln uppvisar högre dödlighet än kornviveln, upp till en temperatur av + 50° C. Kornvivelns utvecklings- och mortalitetsgränser skulle således vara betydligt vidare än risvivelns. Så är emellertid icke fallet.

Med utgångspunkt från ovannämnda data göres nu en analys av insekternas geografiska utbredning samt årliga antalet generationer på olika orter i olika delar av världen. BODENHEIMER poängterar emellertid först att korrigeringar av olika anledningar äro nödvändiga. För det första leva de båda *Calandra*-arterna oftast icke under de betingelser, som råda utomhus, utan äro lagerinsekter. Redan av denna anledning är ofta den omgivande temperaturen högre än yttertemperaturen, och redan en förhöjning av månadsmedeltalet med någon grad kan innebära ett avsevärt till-

Tabell IX. *Tiden för 100 % dödlighet vid höga och låga temperaturer* (enligt BACK o. COTTON, 1924).

Temperatur °C	Kornviveln	Risviveln
	Imagines	
— 17,8	4—5 tim.	4—5 tim.
— 15	7½ »	4½ »
— 8,3	14 dygn	3 dygn
— 5	33 »	3—6 »
— 2,7	46 »	8 »
0	73 »	8—14 »
+ 2,7	111 »	18 »
+ 5,5	mer än 105 »	80 »
+ 12,2	873 »	558 »
+ 35,5	13 »	9 »
	ägg	
— 1	20 % lev. efter 28 dygn	4 dygn
	larver	
— 1	lev. ännu efter 44 dygn	11 dygn

skott till den »effektiva värme-summan». Därtill kommer den stegring av temperaturen i av vivlar angripen spannmål, som inträder. Lagringstemperaturen nödvändiggör sålunda korrigering från fall till fall. En ytterligare korrigeringsgrund utgöra vissa utvecklingsbegränsande faktorer, av vilka den viktigaste är en vattenhalt i spannmålen, understigande 10 %. Av denna anledning är till exempel i Indien under torrperioden spannmålen fri från dessa insekter, fastän temperaturförhållandena skulle medge en utveckling av årligen 11 generationer kornvivlar och 11—12 generationer risvivlar. Likaså utvecklas i Jordandalen (vattenhalten hos det lagrade vetet c:a 8,5 %) icke 9—10 generationer, utan överhuvud ingen.

Att, som oftast sker, beteckna de båda *Calandra*-arterna som kosmopoliter är riktigt blott i så måtto, att båda ständigt genom människans försorg föras över hela jorden.

Rörande spannmålsvivlarnas geografiska utbredning återges här nedan ett sammandrag av BODENHEIMERS redogörelse:

Europa och Medelhavsområdet: kornviveln förekommer överallt. I England, Holland, Tyskland har den 2 generationer, i Frankrike 2—4, i Italien 4—5 under normala lagringsbetingelser. I Sydryssland och Sydeuropa omnämnes överallt risviveln jämsides med kornviveln. I Nord- och Mellaneuropa införes risviveln visserligen ständigt men har under normala lagringsbetingelser ännu aldrig överlevat vintern. Anledningen är, att en medeltemperatur av + 3° C för vilken som helst månad

utgör minimum för risvivelns utvecklingsbetingelser (se föreg.), och denna gräns nås först inom Medelhavsområdet. Någon varaktig bofasthet på nordligare breddgrader är sålunda ej att befara beträffande risviveln, ehuruväl insekten stundom, t. ex. vid stegrad vintertemperatur eller i spannmålslager, som »tagit värme», kan tänkas övervintra. Risvivelns känslighet för låga temperaturer belyses av att ännu i Neapel kornviveln är vanligare än risviveln. I det sydliga Medelhavsområdet blir emellertid risviveln den förhärskande arten, och i flera av hithörande länder blir det kornviveln, som blott genom ständig nyinförsel kan hålla sig kvar. Så är t. ex. förhållandet i Palestina och Egypten. *Överhuvud kan kornviveln ingenstädes i längden fortleva, där något månadsmedeltal för temperaturen överstiger + 25° C.*

I *Indien* omtalas endast risviveln som skadegörare på spannmål.

I *Sydafrika* uppgives risviveln vara betydligt vanligare än kornviveln. Samma är förhållandet i *Australien*.

I *Sydamerika* förekomma båda arterna, i de tropiska och subtropiska delarna av landet dock endast eller nästan endast risviveln.

De båda arternas utbredning i *U. S. A.* ger belägg för att kornviveln överallt, där någon månads medeltemperatur överstiger + 25° C, spelar en underordnad roll, jämförd med risviveln. Kornviveln förekommer visserligen överallt men förökar sig, enl. BACK och COTTON, sällan sydligare än i Nord-Carolina. Kornviveln dominerar i de nordligare, risviveln i de sydligare staterna.

Det framgår sålunda, att kornviveln städse utdör i alla länder, där ett månadsmedeltal överskrider 25—26° C. Denna värmegräns stämmer emellertid icke med i tabell IX återgivna uppgifter, enligt vilka imagines av kornviveln ännu vid en temperatur av + 35° C leva längre än imagines av risviveln. Förklaringen ligger enligt BODENHEIMER uppenbarligen däri, att *dödligheten i ägg- och larvstadiet vid en temperatur över den kritiska värmepunkten förlöper på ett helt annat sätt hos kornviveln än hos risviveln.* Vid dessa högre temperaturer stiger sålunda dödligheten hos de ofullbildade stadierna av kornviveln allt mera jämfört med risviveln, som ju är en utpräglat tropisk eller subtropisk insekt. Gränsen för 100 % dödlighet hos kornvivelns ofullbildade stadier ligger av allt att döma vid en temperatur av omkring 30° C.

Vid våra importhamnar för spannmål, fodervaror och dylikt införas årligen mängder av spannmålsvivlar och andra skadeinsekter. Med kännedom om varornas ursprungsland samt om de båda *Calandra*-arternas ovan beskrivna geografiska utbredning kan man tämligen säkert avgöra, vilken art det i olika fall rör sig om, när infektion föreligger. När från varmare länder härrörande spannmåls-, majs- och rislaster befinnas angripna av vivlar, rör det sig nästan alltid

om risviveln, och någon varaktig infektion av de lagerlokaler, som mottaga varorna, behöver därför ej befaras. I infekterade spannmålslaster från länder med tempererat klimat är däremot kornviveln dominerande. I Sverige förligga inga sammanfattande undersökningar rörande förekomsten av olika slags skadeinsekter i utländsk spannmål. Däremot har i Tyskland en ingående dylik undersökning utförts under åren 1921—1923 av ZACHER och JANISCH (1923). Beträffande förekomsten av de båda *Calandra*-arterna i till Tyskland importerad spannmål ge dessa undersökningar ett gott belägg för vad som i det föregående omnämnts rörande spannmålsvivlarnas geografiska utbredning.

Som förut nämnts, anger BODENHEIMER nedre utbredningsgränsen, uttryckt i ett månadsmedeltal för temperaturen, till —5° C för kornviveln och + 3° C för risviveln. Detta med ledning av BACK och COTTONS undersökningar över insekternas köldhärdighet, enligt vilka kornviveln uthärdar en temperatur av —5° i omkring 1 månad och risviveln en temperatur av + 3° under samma tid. Det är emellertid uppenbart, att de av BODENHEIMER angivna utbredningsgränserna för spannmålsvivlarna äro i viss mån godtyckligt valda. Gränsen kan givetvis lika väl angivas till exempelvis en medeltemperatur av högst 0° C för kornviveln och + 5,5° C för risviveln under *tre* på varandra följande månader. Kornviveln överlever nämligen 0° C under högst 73 dygn och risviveln + 5,5° C i högst 80 dygn. Eller ock kan utbredningsgränsen för kornviveln angivas till en medeltemperatur av —2,7° C under två på varandra följande månader, enär skalbaggen vid denna temperatur dör inom 46 dygn. Ett månadsmedeltal på —5° C och därunder förekommer i vårt land endast i Norrland och övre Dalarna, och utbredningsområdet för kornviveln »unter Aussenbedingungen» enligt den av BODENHEIMER uppställda normen skulle för vårt lands vidkommande omfatta hela Göta- och Svealand (med undantag av norra och mellersta Dalarna) samt ett stycke av södra Norrlands kustland. Att så ej är fallet, har förut i annat sammanhang klargjorts. »Unter Aussenbedingungen» kan kornviveln ingenstädes i vårt land övervintra, möjligen i sydligaste Skåne under särskilt milda vintrar.

Vid fastställandet av den ekologiska gränsen för spannmålsvivlarnas utbredning med ledning av deras köldhärdighet torde det därför vara riktigare att utgå från medeltemperaturen under en längre period av vinterhalvåret. Detta framgår för övrigt av de förut relaterade undersökningar, som utförts rörande spannmålsvivlarnas övervintring i Sverige och England.

7. Naturliga fiender.

Bland de utvecklingshämmande faktorer, som motverka massförökning och överbefolkning bland utomhusinsekterna (och bidraga till uppehållandet av ett om ock labilt jämviktstillstånd i naturen), spela naturliga fiender och parasiter

en viktig roll. Genom användandet av »biologiska bekämpningsmetoder» har människan i många fall kunnat framgångsrikt upptaga kampen mot åtskilliga viktiga skadeinsekter på kulturväxter. För förrådsskadedjurens del (möjligen med undantag av vissa skadeinsekter bland småfjärilarna, till exempel kvarnmottet, *Ephestia Kühniella* ZELL.) spela de naturliga fienderna i allmänhet en mera underordnad roll.

Spannmålsvivlarnas larver angripas av åtskilliga parasiter, vilka dock knappast kunna åstadkomma en så väsentlig decimering av skadedjuren, att dessas förökning avstannar eller ens hämmas i någon större utsträckning. Bland dessa parasiter märkas främst en del parasitsteklar, tillhörande familjerna *Chalcididæ* och *Braconidæ*. En av de vanligaste är den lilla, metallglänsande, grönsvarta *Pteromalus* (syn. *Lariophagus*) *distinguendus* FORST. Enligt SCHULZ (Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin 1919. S. 375—377) äggbelägger stekeln blott sådana *Cal.*-larver, som uppnått en viss storlek; på varje larv avlägges blott ett ägg. Parasitlarven, som är av blåaktig färg, till formen snarlik en fluglarv och ytterst rörlig, suger sig fast på *Calandra*-larvens kropp, som på angreppsstället får en brun fläck. Angripna *Calandra*-larver dö ofelbart.

Angående denna parasits utvecklingsförlopp har för övrigt den ryske entomologen RYABOV lämnat detaljerade uppgifter (Bull. N. Caucasian Plant Prot. Sta., No. 1. Rostov-on Don 1926). Utvecklingstiden beror i hög grad av temperatur- och fuktighetsförhållandena. I juni kläcktes äggen på 1½ à 2 dagar, vid en dagstemperatur av 26—27° C och i torr luft, och hela livscykelns längd från äggläggningen till imagos kläckning uppgick till endast 18—20 dygn. Detta visar, att parasiten vid gynnsamma temperaturbetingelser förökar sig synnerligen snabbt. I januari, vid en lufttemperatur av 15—18° C, var äggstadiets längd 5—6 dagar.

En annan mycket vanlig parasitstekel på *Calandra*-larverna är braconiden *Chremylus rubiginosus* HAL. Av övriga må här nämnas chalcididerna *Chaetospila elegans* WESTW., *Dibrachus boucheanus* THS., samt braconiderna *Aplastomorpha calandræ* HOW. och *A. vandinei* TUCK.

I de stora *Calandra*-kulturer, som vid växtskyddsanstalten underhållas, förekomma en del av de ovan nämnda parasitsteklarna mycket talrikt. Några mera ingående experiment för att utröna omfattningen av deras utvecklingshämmande förmåga på spannmålsvivlarna ha emellertid ej utförts. Den effektivaste parasiten på *Calandra*-arterna är enl. ZACHER (1933) ett kvalster, *Pediculoides ventricosus* NEWP. Denna parasit, vilken angriper vivlarnas ägg, larver och puppor, lär på kort tid förorsaka ett fullständigt utdöende hos *Calandra*-kulturer, i vilka den inkommer. Den angriper för övrigt även ett flertal andra förrådsskadedjur, såsom kornmalen m. fl. Tyvärr kan detta kvalster icke ifrågakomma för praktiskt biologisk bekämpning, enär djuret även kan gå över på människor och därvid förorsaka svårartade hudsjukdomar. Arbetare, sysselsatta med att bära spannmålssäckar, ha ofta utsatts för parasitens angrepp.

II. Spannmålsvivlarnas motarbetande och bekämpning.

1. Allmänna åtgärder till motarbetande av insekternas spridning, förökning och skadegörelse.

a. *Motarbetandet av insekternas spridning.*

Att stora svårigheter möta vid bekämpandet av spannmålsvivlarna, är en gammal erfarenhet. Svårigheterna bottna i dessa insekters undangömda levnadssätt, de ofullbildade utvecklingsstadiernas mot all yttre åverkan skyddade läge inuti spannmålskornen, den snabba förökningen och stora motståndskraften mot svält och andra ogynnsamma yttre omständigheter. Åtgärder, som kunna förebygga insekternas spridning samt motarbeta deras trivsel och skadegörelse, böra fördenskull ägnas större uppmärksamhet än som vanligen sker. Ej minst viktig är frågan om sättet för insekternas spridning. Även vid den mest grundliga och framgångsrika desinfektion av en kvarn eller ett lagerhus kan det ofta redan efter ett eller annat år ånyo finnas så stora mängder skadeinsekter, att proceduren måste på nytt upprepas. De kostnader, som måste nedläggas på skadedjurens bekämpning, kunna på så sätt bli högst betydande.

Beträffande det sätt, varpå skadedjuren på nytt inkomma, kan man tänka sig möjligheten av dels aktiv invandring, dels passiv införsel. När det gäller spannmålsvivlar, är det senare alternativet avgjort viktigast (aktiv invandring är dock ingalunda utesluten: vid varm väderlek göra risvivlarna gärna bruk av sin flygförmåga, likaså kan kornviveln sommartid vandra kortare sträckor utomhus). Skadedjuren införas med infekterade partier av spannmål, malt etc., samt mycket ofta även med begagnade tomsäckar. Sistnämnda spridningssätt spelar en mycket viktigare roll än man i allmänhet föreställer sig, särskilt när det gäller kvarnar. Ett belägg härför gav en år 1929 i Berlin utförd undersökning rörande de arter och mängder av skadedjur, som i en större kvarnanläggning infördes med begagnade retursäckar (ZACHER och KUNIKE 1932). Undersökningarna visade, att införandet av skadedjur medelst säckar är särskilt vanlig under perioden maj—oktober samt att det införes nästan samtliga av de arter, vilka ifrågakomma som skadedjur i spannmålsmagasin och kvarnar: kvarnmott, korn- och risvivlar, rismjölbaggar, plattbaggar av olika slag, or m. fl.

Med kännedom om spannmålsvivlarnas starka förökningsförmåga inses lätt, att några få exemplar, som insläppas i en lagringslokal, snart nog kunna ge upphov till en talrik avkomma och med tiden orsaka en allvarlig infektion. Begagnade tomsäckar borde fördenskull alltid noggrant rengöras (bäst i en säckrensningsmaskin) och vid behov desinficeras, innan de införas i lagringslokalerna. Vid säcklagring av spannmål under längre tid böra nya säckar helst användas. Desinfektion av tomsäckar kan ske genom upphettning av säckarna

till 60 à 70° under ett par timmars tid, t. ex. i en torktrumma, kölna eller dylikt. Vid värmebehandlingen böra säckarna ej inläggas i kompakta högar, utan i tunna lager eller hopknycklade för att underlätta värmens inträngande. Rörande desinfektion av tomsäckar medelst kolsvavla eller andra gasmedel hänvisas till kapitlet om begasningsmedel. I många kvarnar, lagerhus, bryggerier etc. skulle inrättandet av enkla, lufttäta begasnings- eller värmekammare tvivelsutan visa sig vara en i ekonomiskt hänseende mycket fördelaktig åtgärd.

Numera finnas i handeln kraftiga papperssäckar av svensk tillverkning, avsedda för transport och lagring av spannmål, mjöl, fröer, kraftfodermedel, gödningsämnen m. m. Att i stället för jute- eller bomullssäckar i varje särskilt fall använda nya papperssäckar, skulle väsentligt nedbringa riskerna för spridning av ohyra mellan lagringsplatserna.

Inkommande spannmåls-, majs- och kraftfoderpartier böra underkastas en granskning med avseende på förekomsten av ohyra, och desinfektionsåtgärder böra om möjligt omedelbart vidtagas, så att skadedjuren ej hinna sprida sig. Vid omlastning eller omlagring av med vivlar infekterad spannmål är spridningsrisken stor, enär de oroade djuren i stort antal bruka utvandra och söka sig till angränsande spannmålslager och lokaliteter. För desinfektion av spannmål kan användas värme (vacuum- och varmlufttorkar) eller vissa begasningsmedel; en närmare redogörelse lämnas i kapitlen om fysikaliska och kemiska bekämpningsmedel.

De viktigaste spridningshärdarna för såväl spannmålsvivlar som andra skadedjur äro utan tvivel lantgårdarnas spannmålsmagasiner. Från dessa överföres ohyran årligen till kvarnarna och lagerhusen, till bryggeriernas och mälteriernas kornlager o. s. v. Utrotandet av skadedjuren i landsbygdens spannmålsbodar är fördenskull ett önskemål av stor nationalekonomisk betydelse. Speciellt i fråga om dessa lokaler har det emellertid visat sig synnerligen svårt att utfinna effektiva utrotningsmetoder; svårigheterna bottna bl. a. i magasinens byggnadstekniska beskaffenhet, som försvårar eller omöjliggör användandet av de vanliga kemiska bekämpningsmedlen. För spannmålsvivlarnas och andra skadeinsekters spridning till allt flera magasin ute på landsbygden äro de s. k. tullkvarnarna ofta förmedlare. I dessa samlas nämligen spannmål i småposter från olika gårdar i trakten. Inkommer en infekterad spannmålspost, sprider sig ohyran lätt överallt bland säckstaplarna och transporteras med kli- och mjölsäckarna till förut infektionsfria lagringslokaler.

Från utlandet kommande majs-, ris- och spanmålslaster äro stundom ytterligt starkt bemängda med spannmålsvivlar och andra skadeinsekter, vilka i fartygens lastrum under den långa transporttiden haft gynnsamma betingelser för förökning. Ett betydelsefullt önskemål är givetvis, att desinfektion av infekterade varupartier sker redan i importhamnarnas lagerhus och magasin, innan varorna i smärre poster borttransporteras och fördelas på flera lagerhållare.

b. Byggnadstekniska åtgärder och renhållning.

Lagringslokalernas beskaffenhet i byggnadstekniskt och annat hänseende spelar en stor roll för skadedjurens trivsel och förökningsmöjligheter. I annat sammanhang har framhållits spannmålsvivlarnas ljusskygghet samt förkärlek för värme och fuktighet. De trivas bäst i mörka lokaler med dålig ventilation. Gamla spannmålsmagasin, särskilt timrade sådana, ha ofta en konstruktion och inredning, som i hög grad försvårar nödig luftning, renhållning och desinfektion. I trävirkets sprickor och fogar samt bakom paneler o. dyl. finna insekterna rikligt med gömställen, och de anhopningar av spannmålsrester, som där samlats, erbjuda dem goda och ostörda förökningsmöjligheter. Vid nybyggnad och reparation av lagringslokaler bör man fördenskull beakta möjligheterna att motarbeta och bekämpa skadeinsekter. Lagringslokalen bör konstrueras så tät som möjligt, vägg- och golvytor böra vara släta och jämna, så att rengöring kan ske snabbt och effektivt och ohyran ej får möjligheter att gömma sig undan. Ett gott byggnadsmaterial är därför cement. Eventuella väggpaneler böra utföras i lameller, som lätt kunna isärtagas vid rengöring (anhopningar av spannmålsavfall o. dyl. bakom fasta paneler ha ofta visat sig vara veritabla insektshärdar). Sprickor i bjälklag, väggar etc. böra igenkittas, t. ex. med en blandning av vattenglas och gips. Elektriska ledningar, vattenrör o. s. v. böra helst inbyggas i väggarna. Beträffande transportanordningar för spannmål, malt o. dyl. är ur renhållningssynpunkt sugluft att föredraga framför snäckskruvar, ty i de senare kvarbli alltid rester, där insekterna få tillfälle att fortleva och föröka sig. Ett exempel härpå gav ett prov på korn, vilket togs från en transportsnäcka i ett mälteri. Provet, c:a 350 gram, innehöll ett par levande kornvivlar, vilka avlägsnades, varefter kornet förvarades i en glasflaska vid rumstemperatur. Vid undersökning efter några månader befanns, att hundratals vivlar kläckts.

Noggrann renhållning är kanske det viktigaste medlet att motarbeta ohyran i lagringslokaler. Så snart en lagringslokal tömts, bör den alltid undergå en grundlig rengöring (och, när så anses erforderligt, desinfektion), innan nyinlagring sker. Det räcker därvid ej med en nödtorftig sopning av golv och väggar, utan alla springor och skrymslen måste omsorgsfullt befrias från kvarliggande anhopningar av damm och spannmålsrester. Vilka mängder av insekter, som kunna finnas kvar i en till synes fullständigt tom och ren lokal, belyses närmare av följande fall: Vid undersökning av en tom kornbotten, å vilken lagrats korn, infekterat av kornvivlar, och vilken efter tömningen rengjorts och desinficerats genom besprutning med anilin, kunde vid första påseende inga spår av ohyran förmärkas. Mellan golvet och väggen löpte en trälist, bakom vilken spillkorn samlats. Ett stycke av listen lossades, varefter togs ett litet prov om 27 gram av kornet. Ur detta kornprov hade efter 6 veckors förvaring vid rumstemperatur kläckts 41 kornvivlar. — Vid ett annat tillfälle togs ett prov

om 138 gram ur spillkorn, som kvarlåg under och omkring en större torktrumma i ett mälteri. Ur provet sållades omedelbart 107 levande kornvivlar, varefter kornet förvarades vid rumstemperatur. Efter 5 veckor hade ur detsamma framkläckts ej mindre än 430 kornvivlar och under de närmast följande veckorna ytterligare 100-tals. Enär hela mängden spillkorn efter hopsamling och vägning befanns utgöra närmare 4 kg, fanns därför säkerligen i detsamma tiotusentals kornvivlar i olika utvecklingsstadier. Att dylika kvarliggande spannmålsrester kunna vara synnerligen farliga infektionshärdar, är självklart.

För rengöring av större lagringslokaler, såsom t. ex. korn- och maltbottnar i bryggerier och mälterier, är en kraftig industridammsugare att rekommendera. Numera finnas f. ö. dammsugare, som konstruerats och utprovats särskilt med tanke på bekämpning av skadeinsekter och som möjliggöra en grundligare rengöring av golv- och väggspringor samt svåråtkomliga hörn och fogar, där insekterna hålla sig dolda.

Vid rengöring hopsamlat avfall ävensom avfall, som erhålles vid rensning av spannmål och som ofta innehåller mängder av vivlar och annan ohyra, bör snarast möjligt avlägsnas ur lagringslokalerna och oskadliggöras t. ex. genom uppbränning. Att förvara dylikt avfall i vanliga, tillknutna säckar är ej tillfyllest, enär vivlarna inom kort borra sig ut ur desamma. Mycket lämpligt är att hopsamla avfallet i kraftiga papperssäckar (se ovan), enär insekterna ej kunna taga sig ut ur sådana. Spannmål, som vimlat av korn- och risvivlar, har för försöksändamål i flera månaders tid förvarats i igenklistrade papperssäckar, utan att någon enda insekt kunnat taga sig ut.

Självfallet bör nytröskad och nyinlagrad spannmål ej lagras intill gammal, av skadeinsekter infekterad spannmål.

c. Lagringstekniska åtgärder.

Rationell skötsel och lagring av spannmålen kan eliminera eller åtminstone minska risken för skadegörelse genom spannmålsvivlar och andra insekter. En omsorgsfull rensning före inlagringen motverkar lagringsskador genom att halva och sönderslagna kärnor, insekter, damm och andra föroreningar avlägsnas och spannmålens andning därigenom nedsättes. Låg vattenhalt och temperatur i spannmålen erbjuda dåliga livsbetingelser för såväl skadeinsekter som andra skadliga organismer. Förut har framhållits, hurusom kornviveln först när temperaturen når upp till mellan + 10 och 15° kan föröka sig och göra någon nämnvärd skada. I samband med redogörelsen för fysikaliska bekämpningsmetoder skall närmare avhandlas möjligheterna att genom nedkylning av spannmål bekämpa spannmålsvivlarna.

En sedan gammalt rekommenderad åtgärd för att motverka spannmålsvivlarnas skadegörelse är att tid efter annan omskyffla angripen spannmål. Skalbaggarna söka sig därvid bort från spannmålen och kunna hopsamlas och

dödas genom uppbränning, varjämte alstrad värme och fuktighet avledes. Betydligt effektivare är dock att rensa spannmålen i en med fläkt och såll försedd rensningsmaskin. En sådan frånskiljer praktiskt taget alla fullbildade skalbaggar men därjämte också en stor del av de infekterade kärnor, vilka härbärgera ofullbildade insekter i mera framskridna utvecklingsstadier, alltså puppor och äldre larver. Infekterade kärnor ha nämligen lägre specifik vikt än friska och oskadade; att skillnaden kan bli avsevärd, har genom experiment konstaterats. Ett praktiskt försök, som utfördes i samband med rensning i aspiratör av ett rågparti om 250 ton, angripet av korn- och risvivlar samt sågtandade plattbaggar, förtjänar att återges: Partiet undergick vid tillfället endast en lätt rensning, i det att den frånrensade kvantiteten blott utgjorde c:a 14 kg per ton. Under rensningen uttogos prover dels ur den orensade spannmålen, dels ur i aspiratören frånrensat slö- och halvkorn samt ur frånrensade lättare föroreningar. Antalet skalbaggar i de olika proverna omedelbart efter provtagningen samt antalet efter 5 veckors förvaring vid rumstemperatur framkläckta nya skalbaggar framgår av nedanstående sammanställning:

Provets art	Antal skalbaggar vid provtagning, per kg		Antal kläckta vivlar, per kg.
	Spannmålsvivlar	Sågtandade plattbaggar	
Orensad spannmål	1	0	0
Rensad »	0	0	0
Frånrensat slökorn	67	6	97
Lättare avfall	4,560	1,850	—

Som synes har aspiratören gjort ett mycket gott arbete, trots att spannmålen blott undergick en lätt rensning. Att även mängder av larver och puppor frånrensats, framgår ju tydligt. Givetvis kunna kärnor, som innehålla ägg och yngre larver, ej frånskiljas genom någon rensningsprocedur. Nykläckta vivlar framkomma därför så småningom, men det dröjer ju någon tid innan dessa börja sin äggläggning, och rensningsproceduren kan ju, ifall omständigheterna det medgiva, upprepas efter någon tid. I varje fall är det uppenbart att, där möjligheter till desinfektion av angripen spannmål av någon anledning ej finnas, maskinell rensning är ett värdefullt medel att begränsa insekternas skadegörelse.

Spannmålsvivlarna angripa likaväl säckad som löst lagrad spannmål. Vanlig säckväv utgör icke något svårare hinder för skadedjuren. I mera grovmaskiga, fyllda spannmålssäckar krypa de med lätthet ut och in mellan maskorna. Ur täta och finmaskiga säckar taga de sig likaledes lätt ut, varvid

de borra cirkelrunda hål genom säckväven. Att utifrån intränga i dylika täta, med spannmål fyllda säckar bereder dem större svårigheter, åtminstone när säckväven är väl spänd över spannmålen; på de ställen av säckarna, där säckväven ej ligger tätt intill spannmålen, borra de sig lätt in. För övrigt ha utförda försök visat, att vivlarna på sådana ytor, där de själva ej förmå intränga i säcken, utifrån kunna ej blott upptaga näring från de närmast säckväven liggande spannmålskornen, utan även äggbelägga desamma.

Lagring av nedtorkat vete i pappersfodrade, isolerande jutesäckar har, enligt av prof. Å. Åkerman i Svalöv utförda lagringsförsök, visat sig erbjuda betydande fördelar framför lagring i vanliga jutesäckar, genom att spannmålen bättre skyddas mot fuktighet och mögelbildning och rymdvikten håller sig mera konstant (Åkerman 1936, 1937). Vid de år 1934—35 utförda försöken användes säckar, som tillverkas vid Skånska Jutefabriks A.-B. i Hälsingborg. Säckarna voro invändigt fodrade med ett lager av s. k. kraftpapper av svensk tillverkning. Papperets yttersida hade bestrukits med möjligast luktfri asfalt, och detsamma hade sedan pressats samman med juteväven. År 1935—36 utfördes liknande försök med vanliga kalksalpetersäckar, vilka försök gåvo enahanda resultat. Under förutsättning att spannmålen är väl nedtorkad vid säckningen, synes man, enligt Åkerman, utan risk för skador kunna lagra spannmål i dylika säckar under en ganska lång tid i mycket enkla lokaler.

För att utreda, om lagring i dylika säckar även skyddar spannmålen för angrepp av spannmålsvivlar och andra skadeinsekter, har en serie laboratorieförsök, kompletterade med praktiska lagringsförsök, utförts. Erforderliga säckar ha tillhandahållits av Skånska Jutefabriks A.-B.

Till en början undersöktes, huruvida spannmålsvivlarna överhuvud kunna genomtränga en säckväv av ovan angivna beskaffenhet. Att så verkligen är fallet, framgår av följande försök: ett glasrör, fyllt med kornvivlar och vete och i båda ändar tillslutet med isolerande säckväv, inlades i ett större glaskärl. Efter några veckor hade mängder av skalbaggar borrat sig ut genom säckväven. Ett liknande resultat gav ett annat försök, varvid användes en påse av isol. säckväv (längd 40 cm, bredd 30 cm). Påsen fylldes med vete, vari insläppts 200 kornvivlar, tillknöts noga och förvarades därefter i en tillsluten plåtbehållare vid rumstemperatur. Efter någon månad befanns, att några skalbaggar borrat sig ut ur påsen, och när försöket efter 11 månader avslutades, hade sammanlagt ett 100-tal insekter tagit sig ut (under observationstiden hade en kraftig förökning ägt rum). Vid undersökning av påsen påträffades ett halvt dussin borrhål genom säckväven. Denna utgör sålunda icke något ogenomträngligt mekaniskt hinder för vivlarna.

Angrepp utifrån synes emellertid vara praktiskt taget uteslutet för spannmål, lagrad i isolerande säckar. Detta framgår bl. a. av ett försök, som utfördes på följande sätt: en påse av vanlig juteväv och en av isolerande säckväv fylldes med friskt och från skadeinsekter

fullständigt rent vete, c:a 5 kg i varje påse. Påsarna tillknötos omsorgsfullt och placerades i var sin papplåda. På botten av lådorna utströddes ett tunt lager vete, varefter i vardera lådan insläpptes några hundra korn- och risvivlar. Lådorna förvarades tillslutna i 7 månaders tid vid rumstemperatur, varefter påsarna öppnades och vetet i desamma noggrant undersöktes. Insekterna hade under försökstiden förökat sig starkt och kröpo i mängder utanpå båda påsarna. I det vete, som förvarats i vanlig jutevävspåse, funnos omkring 1,000 spannmålsvivlar, och vetet var starkt söndergnagt. Vetet i påsen av isolerande säckväv var däremot fullständigt oskadat och fritt från insekter, och inga spår av gnagskador kunde upptäckas på säckväven. — Vid liknande försök, där skalbaggarna utanför de isolerande påsarna ej haft tillgång till näring, ha de undantagslöst dött av svält; i intet fall har någon av dem kunnat intränga till spannmålen. Ett praktiskt lagringsförsök i en av kornvivlar starkt infekterad spannmålsbod utfördes sommaren 1937. Några isolerade säckar och några vanliga jutesäckar fylldes med spannmål (råg, vete samt blandsäd) i början av maj månad och lämnades orörda till senare hälften av augusti, då försöket inspekterades. Tyvärr förminskades försökets värde i hög grad därigenom att säckarna av misstag fyllts med spannmål, som redan innehöll ägg och larver av kornviveln. Vid inspektionen funnos därför i samtliga säckar stora mängder vivlar. Några av skalbaggarna åstadkomna borrhål tvärs igenom säckväven i de isolerande säckarna bekräftade emellertid skadedjurens förmåga att genomtränga även denna slags säckväv. Av förut beskrivna laboratorieförsök kan den slutsatsen dragas, att dessa borrhål gjorts inifrån.

Att spannmål, lagrad i isolerande säckar, är effektivt skyddad mot angrepp av kornmal- och kvarnmottlarver, framgick vid lagringsförsök i några svårt infekterade spannmålsmagasin sommaren 1937. I god tid på våren, före fjärilarnas svärmning, fylldes ett antal vanliga jutesäckar och isolerande säckar med råg och vete och ställdes intill varandra. Å samtliga magasin var efter några månaders tid den i vanliga säckar lagrade spannmålen mer eller mindre starkt angripen och skadad av larver. Den i isolerande säckar lagrade spannmålen var däremot fri från ohyran (i ett fall påträffades enstaka larver på spannmålens ytskikt även i isolerande säckar; dessa larver hade dock inkommit genom den alltför löst tillknutna öppningen i säckarna, ty inga borrhål kunde någonstädes upptäckas på säckväven).

Vad lagringsmetoder i övrigt beträffar, är det tydligt, att lagring av spannmål i s. k. SF-silos erbjuder dåliga utvecklingsmöjligheter för spannmålsvivlarna, enär insekterna äro mycket känsliga för varje störning i form av rörelser i spannmålen. Spannmålen är ju vid denna lagringsmetod under torknings- och luftningsperioderna i långsamt sjunkande rörelse i silobehållarna, samtidigt som den med några timmars mellanrum utsättes för en torkande luftström. Ej heller i rissellagerhus synes kornviveln i längden kunna fortleva.

När spannmål lagras i lufttäta silobehållare, förbrukas inom kort syret på grund av spannmålens andning, varjämte en motsvarande mängd kol-

dioxid bildas. Spannmålen kommer fördenskull efterhand att omgivas av en atmosfär, bestående huvudsakligen av kvävgas och koldioxid. Den i England under åren för världskriget verksamma »Grain Pests (War) Committee» fann vid sina undersökningar, att lufttät lagring av spannmål var ett effektivt sätt att tillintetgöra såväl spannmålsvivlar i alla utvecklingsstadier som ock andra skadeinsekter (DENDY o. ELKINGTON, 1918—1920). Laboratoriemässiga experiment visade bl. a., att spannmålsvivlarnas ägg och larver dödades vid hermetisk tillslutning av infekterat vete inom 28 dygn vid rumstemperatur. Spannmålens andning och därmed syreförbrukningen och kolsyrebildningen ökar med vattenhalten och temperaturen. Ovanför en viss kritisk punkt med avseende på vattenhalten (mellan 13, 25 och 16,95 % i de utförda försöken) blir spannmålen hastigt »immun» mot insektsangrepp; i torr spannmål erfordrar »immuniseringen» längre tid. Någon metod att bestämma den tid inom vilken spannmål, lagrad i lufttät silo blir fri från insekter, har ej kunnat utfinnas. Det hävdas dock, att lufttätt lagrad spannmål icke kan allvarligt skadas av insekter: om endast ett fåtal insekter finnas, hinna de ej göra nämnvärd skada innan de dö, och om de äro talrika, dödas de inom relativt kort tid på grund av att syret därvid snabbare förbrukas och koldioxidproduktionen ökas. — Egna undersökningar ha bekräftat, att luftbrist inom kort tid dödar kornviveln. I lufttätt tillslutna glasburkar à 135 cc, fyllda med vete, vari insläppts 25 kornvivlar, dogo samtliga djur inom 14 dygn. Några erfarenheter från praktiken rörande den lufttäta lagringens insektsdödande verkan föreligga dock ännu ej.

2. Direkta bekämpningsåtgärder.

Bekämpningsmedel och bekämpningsmetoder av de mest skiftande slag ha under tidernas lopp prövats och använts i kampen mot spannmålsvivlarna (historik, se MÜLLER, 1928). Erfarenheterna ha städse bekräftat de stora svårigheter, som möta vid försöken att utrota dessa skadedjur. Svårigheterna betingas dels av spannmålsvivlarnas osedvanligt stora motståndskraft mot de flesta bekämpningsmedel, dels av deras undangömda levnadssätt och framför allt då utvecklingsstadiernas skyddade läge i spannmålskornen. Klart är, att bekämpningsmetoderna måste gestaltas olika i länder med skiftande klimatiska och lagringstekniska betingelser. Därför har gång på gång den erfarenheten gjorts, att bekämpningsmedel, som omsorgsfullt utprovats och visat sig användbara, slagit fullkomligt fel, när de prövats under annorlunda förhållanden och i andra länder. Att uppgifterna rörande olika bekämpingsmetoders effektivitet på detta sätt bli i hög grad motsägande, är självfallet.

A. FYSIKALISKA BEKÄMPNINGSMEDEL.

a. Värme.

Spannmålsvivlarnas relativt stora känslighet för värme har förut behandlats. Genom värmebehandling av infekterad spannmål samt av tomma lagerutrymmen kan man därför tillintetgöra skalbaggarna i alla deras utvecklingsstadier. Metoden har också redan långt tillbaka i tiden rekommenderats. Dess tillämpning har emellertid i praktiken stött på betydande svårigheter, särskilt när det gällt desinficering av spannmåls- och mjöllager, beroende på den långsamhet, varmed värmen intränger i desamma, varigenom risk för värmeskador uppstår.

Rörande den tid, som erfordras för att med värme desinficera säckad spannmål, skola i det följande resultaten av några undersökningar, som utfördes år 1937, återgivas. Undersökningarna gjordes i samband med värmebehandling av med kornvivlar, rismjölbaggar (*Tribolium confusum* DUV.) och andra skadedjur infekterat slökorn å ett bryggeri. Spannmålen säckades varefter säckarna inställdes i den uppvärmda kölnan. Temperaturen i lokalen uppgick vid värmebehandlingens början till c:a 60° C för att efter ett dygn stiga till och därefter hålla sig vid 70° C. Spannmålens temperatur före inställandet av säckarna i värmen var 24° C. Temperaturobservationer och experiment med vivlar och andra insekter visade, att värmen särskilt under det första dygnet mycket långsamt intränger i säckad spannmål. Ännu efter 10 timmars tid hade temperaturen på 10 cm. djup i spannmålen endast stigit till omkring 30° C och var på 20 cm. djup oförändrat 24° C. På sistnämnda djup uppnåddes en temperatur av + 30° först efter 24 timmar. Spannmålsvivlar, övertäckta av ett endast 1 cm. tjockt kornlager, levde ännu efter 1½ timme (oskyddade vivlar dö vid 60° C redan efter några få minuter). Ett 2 cm. tjockt kornlager förmådde att skydda insekterna mot denna höga temperatur i 20 timmar! Mitt inne i kornsäckarna, på 30 cm djup, hade temperaturen först efter 55 timmar stigit till 40° C. Vid denna temperatur inträder värmedöd hos vivlarna, dock först efter åtskilliga timmar. Först efter omkring 2½ dygn hade temperaturen mitt inne i säckarna stigit till 46—47°. Denna temperatur dödar spannmålsvivlarnas alla utvecklingsstadier inom 2—3 timmars tid (jfr sid. 28).

Värmebehandling av säckad och löst lagrad spannmål.

Vid **värmebehandling av säckad (och löst lagrad) spannmål** är sålunda i praktiken en behandlingstid av 2½ dygn erforderlig för att restlöst döda alla i spannmålen befintliga skadeinsekter, detta vid en lufttemperatur av 60—70° C. Vid högre lufttemperatur, 80—90°, sker värmens inträngande betydligt snabbare, så att temperaturen mitt inne i fyllda vetesäckar redan efter 12—14 timmar uppgår till 53—58° C.

Enär spannmålens grobarhet och bakningsförmåga nedsättes eller förstöres redan efter några timmar vid en temperatur 50° C, kan värmebehandling på

ovannämnda sätt icke ifrågakomma för utsädes- eller brödspannmål. Däremot kan malt, mjöl, gryn, torrt bröd och dylikt utan olägenhet utsättas för långvarig hög temperatur; även för desinficering av fodersäd, avfall från rensningsmaskiner, av tomsäckar etc., kan värmebehandling med fördel användas, där den ej ställer sig alltför dyrbar och tillgång till lämpliga utrymmen och anordningar för ändamålet finnas.

Vacuumtorkar och varmlufttorkar.

En praktiskt användbar och viktig metod att medelst värmebehandling desinficera av skadeinsekter angripen spannmål erbjuda de torkapparater för artificiell nedtorkning av spannmål vid rel. hög temperatur **(vacuumtorkar, varmlufttorkar),** vilka numera allmänt användas i lagerhus, kvarnar och bryggerier. Särskilt har vacuumtorkning visat sig vara ett synnerligen effektivt medel att tillintetgöra såväl spannmålsvivlar i alla utvecklingsstadier som övriga skadeinsekter i spannmålen. För att närmare utreda vacumtorkningens effekt på spannmålsinsekter i olika utvecklingsstadier har år 1937 utförts en serie försök med SM-torken vid olika behandlingstider och temperaturer. Torktrumman, som vid försöken använts, var specialbyggd med en rymd av 8 hl. Efter vacuumpumpens igångsättande nedgick trycket i trumman efter 20 minuter från 760 till omkring 70, vilket tryck sedan bibehölls under hela behandlingstiden. Som försöksdjur användes korn- och risvivlar (såväl fullbildade som i sädeskorn liggande puppor, larver och ägg), samt larver och puppor av kornmal och kvarnmott. Försöksdjuren inneslötos i små påsar av müllergas, vilka inlades i den tomma trumman, varpå vacuumpumpen igångsattes och trumman försattes i rörelse.

För att utröna effekten på insekterna av enbart vacuum, utfördes tvenne försök, varvid temperaturen i trumman hölls vid resp. 27—28° C och 35° C under den för SM-torken normala behandlingstiden av 2½ timmar. Resultatet av dessa försök bekräftade det kända förhållandet, att insekterna och särskilt spannmålsvivlarna förmå uthärda ett mycket högt vacuum under avsevärd tid. Djuren voro vid uttagandet ur trumman orörliga och till synes döda. Inom ½ timme levde emellertid de allra flesta vivlarna åter upp, likaså en del kornmal- och kvarnmottlarver. Vacuum enbart har sålunda föga eller ingen effekt på dessa insekter.

De tvenne följande försöken utfördes vid en temperatur av c:a 40° C. Först prövades en behandlingstid av endast 1 timme. Effekten på spannmålsvivlar befanns obetydlig, enär flertalet insekter överlevde. Däremot voro larverna av kornmal och kvarnmott till allra största delen döda (några larver visade svaga livstecken men repade sig aldrig utan dogo inom 14 dagar). Vid samma temperatur och en behandlingstid av 2½ timme dödades alla fullbildade spannmålsvivlar samt alla larver och puppor av kornmal och kvarnmott. Däremot överlevde en del (c:a 5 %) av spannmålsvivlarnas ägg (och yngre larver), under

det att puppor och äldre larver restlöst dödats. (Detta konstaterades genom kläckningskontroll under 2 månaders tid av den behandlade spannmålen, innehållande vivlarnas utvecklingsstadier; som jämförelsematerial användes därvid obehandlad infekterad spannmål, som undantagits vid försökens utförande). Försöket ger alltså vid handen, att spannmålsvivlarnas ägg äro motståndskraftigare än de fullbildade skalbaggarna och de mera långt komna utvecklingsstadierna.

Vid nästa försök höjdes temperaturen till 44° C. En behandlingstid av 1 timme vid denna temperatur befanns vara tillräcklig att restlöst döda kornmalens och kvarnmottets puppor och larver. Däremot överlevde en avsevärd del av spannmålsvivlarna, av skalbaggarna c:a 10 %, av äggen och larverna c:a 20 %. Vid samma temperatur, alltså 44°, och en normal torkningstid av 2½ timme erhölls däremot 100 % dödlighet även å spannmålsvivlarnas alla utvecklingsstadier. Skalbaggarna (c:a 500 till antalet) befunnos vid behandlingens slut fullständigt söndersprängda.

Resultaten av ovannämnda undersökningar rörande vacuumtorkningens effektivitet vid bekämpandet av spannmålsinsekter kunna sammanfattas på följande sätt:

Vid en temperatur i torktrumman av 44° och en normal torkningstid av 2½ timmar tillintetgöras ofelbart spannmålsvivlarnas samtliga utvecklingsstadier. alltså även larverna och äggen. Larver och puppor av kornmal och kvarnmott dödas vid denna temperatur redan efter 1 timmes behandlingstid.

En temperatur av 40° C vid en behandlingstid av 2½ timmar dödar alla fullbildade spannmålsvivlar samt alla larver och puppor av kornmal och kvarnmott. Däremot kunna en del av spannmålsvivlarnas ägg överleva.

För torkning av spannmål finnas även ett flertal olika typer av varmlufttorkar, såsom schakt- och kolonntorkar, torksilos och torktrummor. Känner man den tid, under vilken spannmålsvivlarna kunna uthärda olika höga temperaturer så kan man med tämligen stor säkerhet också avgöra, vilken temperatur och behandlingstid som erfordras för effektiv desinfektion av spannmålen.

För att närmare utreda v a r m l u f t t o r k n i n g e n s förmåga att döda i spannmålen befintliga spannmålsvivlar utfördes år 1936 en serie försök med S F - t o r k t r u m m a n, »system Bojner». Torktrumman var av standardstorlek med en kapacitet av 1,000 kg per timme vid 4 à 5 % nedtorkning. Som försöksdjur användes spannmålsvivlar i alla utvecklingsstadier. Försöken utfördes i samband med pågående torkning av ett rågparti om c:a 250 ton. Insekterna jämte det infekterade vetet, som innehöll de ofullbildade stadierna, inneslötos i påsar av müllergas, längd 12 cm, bredd 4 cm, vilka fylldes till c:a ⅓. Varje påse innehöll minst ett 100-tal fullbildade insekter samt ännu flera ägg, larver och puppor. I varje försök användes 6 påsar. Påsarna med försöksdjuren insläpptes med spannmålsströmmen i trumman och uttogos efter behandlingstidens slut genom ventilen i andra änden av trumman, varefter påsarna kommo

upp till ytan av den roterande spannmålsmassan. För kontroll av spannmålens temperatur stannades torktrumman en kortare stund vid varje behandling, varvid spannmålens temperatur avlästes i olika avdelningar av trumman.

Försöken gåvo som väntat var vid handen, att insekterna icke dödas vid en för ifrågavarande torktyp normal torkningstid av 1½ timme och en temperatur i spannmålen av omkring 40° (38° c:a 1 meter från intaget, 40° mitt i trumman och 42° strax före spannmålens inträde i den s. k. »vilozonen»). Enär det rågparti, som samtidigt med försökens utförande torkades, var något infekterat av korn- och risvivlar, kunde försöksresultatet kontrolleras genom noggrann sållning av stickprover på rågen vid utträdet ur trumman. Enstaka levande såväl som döda vivlar påträffades därvid i torkgodset. Först vid en avsevärt högre temperatur, nämligen 47° C, dödades spannmålsvivlarnas alla utvecklingsstadier. Vid torkning av infekterade spannmålspartier måste därför varmlufttorken inställas att arbeta vid en högre temperatur än »normalt» för att skadeinsekterna med säkerhet skola tillintetgöras.

Värme som desinfektionsmedel för kvarnar och tomma lagerlokaler.

I Nordamerika användes i stor utsträckning värme för desinfektion av kvarnar. Värmens användbarhet till utrotande av alla de olika insektarter (kvarnmott, spannmålsvivlar, rismjölbaggar m. fl.), som förekomma i kvarnarna, fastställdes redan åren 1910—1913 genom undersökningar av G. A. Dean (1913). Praktiska försök i kvarnar av vitt skilda typer med avseende på konstruktion och byggnadsmaterial utföllo synnerligen gynnsamt, och ett stort antal kvarnar ha under de följande åren utrustats för värmedesinfektion. Desinfektionen utföres under någon varm, klar och vindstilla sommardag, varvid hela kvarnen uppvärmes så att en temperatur av 49—52° C kan hållas under minst 10—12 timmar, vilket är tillräckligt att förgöra all ohyra. Värmen påsläppes till exempel lördag kväll eller söndag morgon och får verka till måndag morgon, vadan något avbrott i driften ej behöver göras. Från kvarnens ångcentral ledes värmen genom ångrör (1¼ eller 1½″) utefter golven i de olika våningarna. Den erforderliga ytan hos dessa värmeelement för uppnående av önskad temperatur beror givetvis av byggnadens konstruktion och tillstånd, antalet fönster och dörrar i de olika våningarna, maskineriets art och ångrörens placering, vadan exakta uppgifter ej kunna ges. Vanligen räknas med att en värmeyta om 1 m^2 kan uppvärma från 15 till 30 m^3 luftvolym. Under behandlingstiden hållas trappor och elevatorer etc. stängda, så att varje våning och avdelning blir ett slutet rum. Värmeelementen fördelas så att deras yta avtager uppifrån den översta våningen och nedåt bottenvåningen. För att jämnt fördela värmen till alla delar av lokalerna, hålles luften i cirkulation medelst fläktar eller genom att hålla kvarnmaskineriet igång under behandlingstiden. Viktigt är, att man genom utläggande av termometrar på olika platser kontrollerar att erforderlig temperatur verkligen uppnås. Särskilt bör observeras, att luftskiktet omedelbart intill cementgolv behöver en avsevärd tid för att uppvärmas. Uförda försök ha visat, att för ernående av 48½° på en cementyta erfordrades en tid av 8 timmar, under det att samma temperatur på endast ¾ tums höjd över golvet ernåddes på 4 timmar och på ½ tums höjd på 2 timmar. För att effekten av värmebehandlingen skall bli tillförlitlig, bör därför tillses, att termometrar, lagda direkt på

golven, under tillräckligt antal timmar visa den för insekterna letala temperaturen av omkring 48—50° (PEPPER o. STRAND, 1935). Enär värmen ytterst långsamt intränger i mjöl och kli, böra åtminstone större anhopningar av dylikt i förväg avlägsnas för att förhindra insekterna från att gömma sig i dem. Undersökningar ha visat, att vid en lufttemperatur av 91° C erfordrades en tid av 15 timmar för att ernå en temperatur av 49° C på 2 tums djup i ett mjöllager.

Denna värmedesinfektionsmetod framhålles såsom mycket praktisk, effektiv och billig. Anläggningskostnaderna äro dock rätt stora. Maskineri och övrig inredning lära ej taga någon som helst skada av värmen, ifall luftfuktigheten från begynnelsen ej är alltför låg (30—40 %). I sistnämnda fall har stundom inträffat, att värmen haft en uttorkande verkan på kvarnmaskineriet. Detta kan undvikas genom att utsläppa något ånga i lokalerna. Enär värmen verkar uppmjukande och töjande på dragremmar, böra dessa ej vara hårt sträckta under behandlingstiden. Genom att några dagar i förväg bespruta remmarna med klövfett, håller man dem i god kondition. Fettet i smörjkoppar smälter under värmebehandlingen och måste förnyas, innan driften åter begynner.

Förutom i kvarnar har värme hittills ej haft någon praktisk betydelse som desinfektionsmedel för infekterade lagringslokaler. I detta sammanhang kan emellertid omnämnas en i Sverige nyligen konstruerad, *transportabel värmedesinfektionsapparat (»Thedeco»)* för bekämpande av skadeinsekter och bakterier. Apparaten är i första hand ämnad att användas mot väggohyra, bakterier och mögelsvampar. Den utgöres i princip av en med solarolja (med en flampunkt överstigande 80° C) eldad kamin, från vilken de heta förbränningsgaserna direkt utsläppas i rummet och genom å apparaten monterade ventilatorer bringas till intim blandning och kraftig cirkulation med luften i rummet, där temperaturen småningom stiger till c:a 65° C. Behandlingstiden angives till c:a 8 timmar. Enligt utlåtande av sprängämnesinspektionen uppfyller apparaten »alla de fordringar ur säkerhetssynpunkt, som kan ställas på en oljeeldad värmealstrare för här avsett ändamål», förutsatt, att den för apparaten använda brännoljan har en flampunkt överstigande 80° C samt att fullt utbildad personal handhaver skötseln av apparaten. De med luften blandade förbränningsgaserna hava icke någon som helst skadlig inverkan på människoorganismen.

För att utröna, huruvida denna metod även kunde tänkas komma till användning vid desinficering av (tomma) lagringslokaler för spannmål, mjöl etc., ha en del förberedande försök utförts. I samband med desinficering av ett större boningsrum undersöktes sålunda effekten av värmebehandlingen på spannmålsvivlar, rismjölbaggar och brungula plattbaggar i alla utvecklingsstadier samt på larver av kvarnmott, kornmal och mjölbagge. Försöksdjuren förvarades dels i tvenne med vete fyllda glasburkar à 0,8 liter, diam. 9 cm, vardera innesluten i en låda av 1 cm tjocka insulitplattor, storlek 12×12×28 cm. Den ena lådan placerades på golvet, den andra på c:a 2 meters höjd ovanför golvet. Dessutom inställdes i rummet på olika platser ett par 3,5 cm. höga, med metalltrådsduk täckta glasskålar fyllda med spannmål, mjöl och försöksdjur.

Vid värmebehandlingens början rådde i lokalen en temperatur av 55° C. Denna steg småningom till omkring 65° C. Begynnelsetemperaturen i insulitlådorna var

+ 10° C och steg efter 15 minuter till 22° C, efter 35 min. till 36° C och efter ett par timmar till + 55° C, vilken temperatur därefter höll sig någorlunda oförändrad. Behandlingstiden var 6⅓ timmar. Efterföljande undersökning av försöksdjuren (sammanlagt ett par 100 i varje kärl) gav vid handen, att samtliga insekter dödats, med undantag för en del av de i insulitlådorna inneslutna rismjölbaggarna och brungula plattbaggarna (dessa insekter ha visat sig besitta en osedvanligt stor motståndskraft mot värme). Resultatet tyder sålunda på att metoden med fördel bör kunna användas även vid desinficering av tomma lagringslokaler. En förutsättning är givetvis, att lokalerna kunna någorlunda tätt tillslutas. En beaktningsvärd fördel med värmedesinficeringsmetoden, jämförd med begasning, är att den är fullständigt ofarlig för människan. Man kan utan olägenhet vistas kortare stunder inne i lokalen under pågående behandling för inspektion och tillsyn.

b. Låg temperatur.

Kyllagring, lagring av spannmål vid låg temperatur, är en naturlig lagringsmetod för vårt land med dess under vinterhalvåret låga temperatur. Nedkylningen avser ju att nedsätta sädeskärnans livsverksamhet så att lagerskador, orsakade av för stark andning, ej kunna uppstå, samt att förhindra utvecklingen av mögelsvampar och skadeinsekter av olika slag. Rörande köldhärdigheten hos de olika utvecklingsstadierna av spannmålsvivlarna har förut en ingående redogörelse lämnats (sid. 28 ff.). Av denna redogörelse framgår, att lagringslokalernas och spannmålens hållande vid möjligast låga temperatur är ett medel, varigenom man icke blott kan motverka spannmålsvivlarnas skadegörelse och förökning utan också utrota dem. Det gäller därför att på hösten så hastigt som möjligt söka få den lagrade spannmålen nedkyld och sedan med alla medel hindra värmen under vår och försommar att intränga i densamma. Magasinsfönster och luckor hållas öppna under kalla dagar och nätter men väl tillslutna vid milt väder. Luftning, rensning och transport bör om möjligt endast ske, då låg temperatur är rådande. Genom att under vintern utnyttja eventuellt inträdande kraftiga »köldknäppar», kan ofta en mycket långt gående nedkylning av spannmålen och rentav en fullständig utrotning av ohyran ernås. Särskilt i s. k. luftningssilos kan nedkylning av spannmål ske både snabbt och bekvämt. Likaså kan SF-torktrumman användas som en effektiv nedkylningsmaskin; vid en avverkning av t. ex. 5 ton per timme för enbart kylning utsättes spannmålen för kylluftens inverkan under 20 minuter. De i spannmålen befintliga, mot kyla mer motståndskraftiga fullbildade skalbaggarna, kunna ju lätt frånskiljas medelst aspiratör eller annan med fläkt och såll försedd rensningsmaskin.

Föremål för kyllagringsmetoden är självfallet spannmål, som skall lagras under vintern, i vissa fall under vår och försommar. Spannmål, lagrad i trä- eller betongsilo, kan emellertid även under de varma sommarmånaderna bibehålla en temperatur av endast + 10°, en temperatur, vid vilken spannmålsvivlarna varken kunna föröka sig eller göra nämnvärd skada. Även i det inre av större säckstaplar samt i tjocka spannmålslager inträanger sommarvärmen ganska långsamt.

Tabell X. exemplifierar temperaturförhållandena under olika delar av året i spannmål, lagrad i träsilos. Siffrorna äro månadsmedeltal, erhållna vid temperaturmätningar, som åren 1936 och 1937 utförts av lagerhusföreståndaren vid Södra Hallands Lagerhusförenings lagerhus i Halmstad. Temperaturobserva-

Tabell X. *Temperaturobservationer i spannmål, lagrad i träsilos.*

Månad	År 1936			År 1937		
	Lufttemp. °C	Spannmålstmp. °C	Antal fyllda silos	Lufttemp. °C	Spannmålstmp. °C	Antal fyllda silos
Januari	+ 2,0	+ 2,5	24	— 2,7	+ 3,0	21
Februari	— 2,7	+ 2,7	24	— 1,5	+ 1,5	23
Mars	+ 2,0	+ 4,7	30	+ 0,6	+ 2,2	26
April	+ 5,9	+ 7,0	31	+ 8,0	+ 3,4	24
Maj	+ 13,0	+ 9,0	28	+ 14,3	+ 4,7	23
Juni	+ 19,3	+ 10,0	21	+ 17,1	+ 6,6	23
Juli	+ 19,9	+ 12,8	21	+ 19,9	+ 11,1	23
Augusti	+ 18,3	+ 13,9	19	+ 20,2	+ 18,1	22
September	+ 13,0	+ 14,0	19	+ 14,1	+ 18,3	18
Oktober	+ 7,0	+ 12,9	19	+ 10,0	+ 17,0	14
November	+ 4,8	+ 11,9	19	+ 2,3	+ 13,2	13
December	+ 2,8	+ 10,2	15	— 2,1	+ 7,1	13

tionerna gjordes var 8:de dag å ett djup av 4—5 meter i fyllda silobehållare, vardera rymmande omkring 60 ton spannmål. Observationerna år 1936 gjordes i spannmål av 1935 års skörd, som torkades under febr.—mars till en vattenhalt av omkring 14 % samt kyldes och omkördes, varefter spannmålen låg orörd till utlastningen i dec. 1936. Som synes översteg spannmålens temperatur detta år under ingen månad + 14°. En teoretisk beräkning rörande kornvivelns utvecklingsförmåga i spannmål, lagrad vid de i tabellen återgivna temperaturförhållandena, ger vid handen, att äggläggning hade kunnat ske endast under månaderna augusti—september, och även då blott i ytterst ringa omfattning på grund av den låga temperaturen (obetydligt över minimitemperaturen för ägg-

läggning). Någon utveckling av de fåtaliga lagda äggen hade för övrigt aldrig kunnat äga rum, enär temperaturen i spannmålen redan efter ett par månader sjunkit under utvecklingsnollpunkten. Den låga temperaturen i spannmålen under årets första månader skulle ha varit tillräcklig att restlöst döda insekternas alla ofullbildade utvecklingsstadier. 1937 års temperaturobservationer gjordes i spannmål av 1936 års skörd. Spannmålen omkördes i mars månad och låg sedan orörd till dess nedtorkning verkställdes i juli—augusti. Vattenhalten var före torkningen c:a 17 %, efter torkningen c:a 14 %. Omkörning av spannmålen gjordes efter torkningen samt därefter i november månad. Ett studium av tabellen visar omedelbart, att spannmålens temperatur under hela första halvåret av år 1937 skulle ha varit tillräckligt låg för att restlöst döda kornvivlarna i alla utvecklingsstadier.

Det bör erinras om att spannmålsvivlarna, när de förekomma i stort antal, själva kunna förorsaka temperaturstegring i spannmål, som länge får ligga orörd. I nedkyld spannmål är emellertid insekternas andning och ämnesomsättning så obetydlig, att den knappast i någon märkbar grad kan påverka spannmålens temperatur.

B. KEMISKA BEKÄMPNINGSMEDEL.

För bekämpandet av skadeinsekter ha kemiska medel fått en alltmer omfattande användning. Detta gäller även beträffande spannmåls- och andra förrådsinsekter. Mot dessa skadedjur har under tidernas lopp en stor mångfald av olika kemiska medel föreslagits och prövats (historik, se MÜLLER, 1928). Att få fram praktiskt användbara och tillräckligt verksamma medel har emellertid visat sig vara ett mycket svårt problem. Orsaken härtill har bl. a. varit förrådsinsekternas och särskilt spannmålsvivlarnas betydande motståndskraft mot olika gifter samt insekternas undangömda levnadssätt; särskilt har desinfektion av angripna spannmålslager, med tillintetgörande även av de inuti sädeskornen liggande äggen och larverna, visat sig vara en vansklig uppgift, enär spannmålens kvalitet i olika avseenden givetvis ej får i någon högre grad skadas genom behandlingen. Ett omfattande forskningsarbete har särskilt i U. S. A. och Tyskland nedlagts på prövningar av bekämpningsmedel mot förrådsskadedjur. På senare tid ha åtskilliga bekämpningsmetoder framkommit, som visat sig värdefulla, men deras praktiska användbarhet har dock i allmänhet blivit ganska begränsad, bl. a. på grund av de i hög grad olikartade förhållanden, som råda med avseende på lagringslokalernas konstruktion, lagringssätt och lagringsmetoder, temperaturförhållanden etc. Att utrotandet av förrådsinsekterna fortfarande erbjuder olösta problem, framgår ju av den omfattning som skadedjurens härjningar i olika länder alltfort har.

a. Besprutnings- och bestrykningsmedel.

Besprutnings- och bestrykningsvätskor användas för desinfektion av tomma lagringslokaler. Ehuru till sitt verkningssätt i kemiskt och fysiologiskt hänseende olikartade, äro desinfektionsvätskorna dock huvudsakligen att betrakta som »kontaktmedel», d. v. s. att insekternas kroppsyta måste direkt träffas av vätskan för att denna skall göra någon effekt. Oljor och olje-emulsioner verka dödande främst därigenom att insektskroppen inneslutes i en för luften ogenomtränglig oljehinna, varvid insekten kväves; dessa utrotningsmedel kunna därför även kallas »mekaniskt verkande andningsgifter».

De fordringar, som böra uppställas på användbara besprutnings- och bestrykningsmedel äro, förutom säker insektsdödande verkan, att de icke äro alltför giftiga för människor, icke eldfarliga (flampunkten får icke understiga + 40°) samt att de ej efterlämna någon kvardröjande lukt, som kan meddela sig åt spannmål och andra varor. Vid växtskyddsanstalten har prövats ett stort antal olika besprutningsvätskor, såväl laboratoriemässigt som i praktiken. Åtskilliga preparat ha därvid kunnat utgallras såsom varande ineffektiva eller ock av andra anledningar oanvändbara.

Klorkalk-, lysol-, terpentin- och *formalinlösningar* m. fl. bakteriedödande vätskor tillgripas ofta vid besprutning av infekterade lagringslokaler. De äro emellertid även i stark koncentration praktiskt taget verkningslösa mot spannmålsvivlar och andra förrådsinsekter. Likaledes fullständigt ineffektivt har handelspreparatet »*Infitex*» befunnits vara. »*Lindol*» är visserligen ett effektivt besprutningmedel men kan på grund av sin eldfarlighet (flampunkt 27°) icke ifrågakomma.

»*Grodyl*», ett i Tyskland tillverkat och därstädes mycket lovordat besprutningsmedel, har icke visat sig särskilt effektivt. Endast när spannmålsvivlarna grundligt indränkas med vätskan (*Grodyl* användes utspädd med vatten i proportionerna 1 : 9) och hållas ordentligt fuktade i några timmar, dödas de med någorlunda stor säkerhet. En sådan verkan kan svårligen ernås i praktiken, enär det mesta av vätskan, t. ex. vid besprutning av tak- och väggytor, rätt snart rinner undan. F. ö. har det visat sig, att med *Grodyl* besprutade vivlar kunna ligga paralyserade och till synes döda i flera dagar och därefter leva upp på nytt. (Kornmalens och kvarnmottets larver, särskilt inspunna sådana, besitta ännu större motståndskraft än spannmålsvivlarna mot *Grodyl*). Varken *Grodyl* eller andra utspädda besprutningsvätskor ha någon effekt på insekternas ofullbildade stadier inuti sädeskorn, som kvarligga i springor och skrymslen.

Bland de olika besprutningsmedel, som prövats, ha »*Vespra*», »*Faxilin*» och »*Faxil*» visat en mycket god insektsdödande verkan. De tvenne förstnämnda skola användas outspädda och verka redan vid en mycket lätt »dusch» snabbt och ofelbart dödande på såväl spannmålsvivlar (även ofullbildade inuti kornen) som kvarnmott- och kornmallarver och andra insekter. *Faxil,* som användes i

10 %-ig vattenlösning, är likaledes fullt effektivt mot vivlar, däremot ej lika verksamt mot fjärillarver. Av de outspädda besprutningsmedlen, vilka närmast äro avsedda för besprutning av någorlunda jämna ytor, beräknas en vätskeåtgång av 1 liter på 20 kvm yta, av utspädda 1 liter på 5 kvm yta.

Ett billigt och mot spannmålsvivlar verksamt besprutningsmedel är *fotogenemulsion,* bestående av 5 %-igt såpvatten, tillsatt med 20 % fotogen (lysolja). Fotogenemulsion är icke eldfarlig, men försiktighet med eld är givetvis att tillråda, så länge ångorna finnas kvar. Enär spannmål mycket lätt tager åt sig fotogenlukt, vilken sedan icke går att avlägsna, måste lokalen efter besprutningen grundligt utvädras, innan nyinlagring av spannmål kan äga rum.

Desinfektion medelst besprutningsvätskor utföres lämpligen med hjälp av en frukträdsspruta, med munstycket inställt så att strålen visserligen blir finfördelad men ej sönderdelad till dimma. Såväl väggar som golv, tak och bjälkar etc. maste besprutas; särskilt viktigt är att vätskan intränger i alla springor och fogar samt bakom golvlister, väggpaneler o. dyl. Efter besprutningen bör lokalen hållas väl tillsluten något dygn, så att besprutningsvätskan ej alltför hastigt avdunstar. Därefter utvädras grundligt genom att öppna alla luckor, fönster och dörrar. För att kontrollera effekten är det lämpligt att efter några dagar utlägga små högar av vete eller ock flata skålar med vatten på olika platser i lokalen för att framlocka eventuellt överlevande skalbaggar. Om så befinnes nödvändigt, upprepas besprutningen.

Hur verksamt ett besprutningsmedel i och för sig är, måste man dock ihågkomma, att det rör sig om ett kontaktmedel. Även vid den mest grundliga besprutning är det svårt att åtkomma alla de gömställen dit ohyran dragit sig. Vidare bör än en gång framhållas, att utspädda vätskor icke ha någon effekt på spannmålsvivlarnas inuti sädeskornen liggande ägg och larver, vadan ur kvarliggande infekterade kärnor nya skalbaggar småningom framkomma, ifall rengöringsarbetet före desinfektionen ej kunnat ske tillräckligt grundligt. I lagringslokaler med fogfria, släta och jämna vägg- och golvytor kan effekten bli god; rengörings- och besprutningsarbetet kan där utföras både grundligare, snabbare och med mindre förbrukning av desinfektionsvätska, alltså billigare.

b. Begasningsmedel.

Möjligheterna att medelst gasformiga medel bekämpa spannmålsinsekter och andra förrådsskadedjur ha tilldragit sig en allt större uppmärksamhet på grund av de stora fördelar som användandet av gaser besitter framför övriga utrotningsmedel. De kunna användas för desinfektion av såväl lagerutrymmen som av infekterade spannmåls- och andra varupartier. Arbetskrävande förberedelser såsom utrymning av stora spannmålsförråd, rengöring etc., äro sålunda ej erfor-

derliga. En gas strävar att allsidigt utbreda sig i rummet och tränger fördenskull in i de mest undangömda och svåråtkomliga springor och skrymslen. Gasmedel äro därför särskilt lämpade för bekämpning av skadeinsekter med undangömt levnadssätt, såsom t. ex. spannmålsvivlarna. Ett begasningsmedels verkningsgrad och praktiska användbarhet under olika förhållanden beror emellertid av många olika faktorer förutom av dess kemiska natur.

Temperaturen spelar sålunda en mycket viktig roll, i det att gasens verkningsgrad i hög grad stiger med temperaturen. Med stigande temperatur ökas insekternas aktivitet, vilket gör att de inandas större mängder av giftet, ävensom gasens inträngningsförmåga.

Koncentrationen hos gasen måste självfallet uppnå en viss höjd för att insekterna skola dödas, och detta under en tillräckligt lång *inverkningstid*. För att en lagringslokal med någon utsikt till framgång skall kunna gasbehandlas, fordras därför, att den är någorlunda tät. Lagringslokalens beskaffenhet i detta hänseende är i de flesta fall utslagsgivande för gasbehandlingens effekt. I ena fallet kan gaskoncentrationen hållas uppe på en tillräckligt hög nivå under flera dygn, i andra fall blott under ett par timmar. Vid gasbehandling av spannmål absorbera kärnorna mera gas ju högre vattenhalten är. I fuktig spannmål kan fördenskull gaskoncentrationen bli alltför låg.

Gasens verkan är tidsbunden, enär dess inträngande i insektskroppen sker nästan uteslutande genom respirationsvägarna, och mängden inandad gas beror därför av tid, gaskoncentration och andningsintensitet. Beträffande gasens verkningsgrad och dess beroende av koncentration och inverkningstid råder en enkel lagbundenhet: verkningsgraden är proportionell mot koncentration och inverkningstid och kan alltså uttryckas som en produkt av dessa båda faktorer. Därav kan den praktiskt viktiga slutsatsen dragas, att verkningsgraden förblir oförändrad, om vid en minskning av koncentrationen en motsvarande förlängning av inverkningstiden göres, och vice versa. Så t. ex. har en koncentration av 10 gram cyanväte per kbm under 5 timmars inverkningstid samma effekt som 5 gram cyanväte under 10 timmar. För varje särskild giftgas blir sålunda en viss verkningsgrad (exempelvis 100 % dödlighet) gentemot en viss skadeinsekt ett konstant tal, om den uttryckes såsom en produkt av koncentration och tid:

$$c \cdot t = k,$$

vari c = gaskoncentration, t = inverkningstid och k = en konstant (verkningsgrad). Konstanten ändrar sig blott med temperaturen. Självfallet är denna konstant desto mindre ju giftigare gasen är (PETERS, 1936, sid. 56). Verkningsgraden uttryckes i milligram per kbm och minuter eller, för praktiskt bruk, i gram och timmar.

Olika insektarter kunna med avseende på motståndskraften mot ett visst gasmedel förete betydande skillnader. Valet av gasmedel bör fördenskull rätta sig efter den skadeinsekt, som det i första hand gäller att bekämpa. Erfarenheten

har lärt, att spannmålsvivlarna gentemot de flesta giftgaser äro förhållandevis mycket motståndskraftiga. Ett gasmedel kan emellertid ha olika effekt ej blott på olika insektarter utan även på de olika utvecklingsstadierna hos en och samma art. Så t. ex. kunna spannmålsvivlarnas ägg, larver, puppor och imagines sinsemellan reagera högst olika mot gasen. Med tanke på effektiv bekämpning måste man givetvis i första hand taga hänsyn till ett gasmedels verkan på de ofullbildade stadierna, särskilt äggen; speciellt gäller detta vid desinfektion av infekterade spannmålspartier. Huruvida äggen äro motståndskraftigare eller känsligare än de andra utvecklingsstadierna, eller lika motståndskraftiga resp. känsliga som dessa, kan vara en typisk egenskap hos insektarten, men beror i första hand av det använda gasmedlet. En del gaser ha sålunda speciellt dålig effekt på äggen, under det andra gaser förnämligast skada äggen men äro mindre verksamma mot de övriga utvecklingsstadierna. Typiska företrädare för den grupp av gasmedel, som verka svagare på insektäggen än på de fullbildade insekterna, äro kolsvavla och klorpikrin. Cyanväte hör till de gaser, som i allmänhet verka lika starkt på alla utvecklingsstadier. Till de gaser, som utöva särskilt stark giftverkan på äggen, hör etylenoxid. Har man alltså medelst etylenoxid eller cyanväte ernått 100 % dödlighet på fullbildade insekter, så kan man med visshet utgå från att även äggen och larverna restlöst dödats, om dessa utvecklingsstadier överhuvud kunnat åtkommas medelst begasningsmedlet. (PETERS, 1937).

Inträngningsförmågan hos gasen spelar en synnerligen viktig roll för dess användbarhet mot skadeinsekter. Ju större denna är, ju säkrare och lättare intränger gasen i spannmåls- och varupartierna samt i lokalens djupaste springor och gömslen. Med inträngningsförmågan stiger emellertid även gasens flyktighet, vilket ytterligare framhäver vikten av att sorgfälligt täta de lokaler eller andra utrymmen, som skola gasbehandlas.

Många gasmedel påfordra vid användningen särskilda försiktighetsåtgärder på grund av explosions- och eldfara, giftighet för människor och husdjur etc., eller på grund av ogynnsam inverkan på inneliggande spannmål eller andra produkter.

Beaktas bör vidare, att gaserna kunna vara antingen lättare eller tyngre än luften. För att påskynda gasens jämna blandning med luften, vilket kan erfordra rätt lång tid, skola tunga gaser införas i rummet uppifrån, lätta nedifrån; eventuellt kan gasens fördelning påskyndas med tillhjälp av ventilatorer.

Mot spannmåls- och kvarninsekter har en rad olika begasningsmedel prövats och använts, vilka beträffande kemiska och toxikologiska egenskaper äro väsentligt åtskilda, likaså beträffande användbarhet under olika tekniska och biologiska betingelser.

Svaveldioxid.

Svaveldioxid är det äldsta och intill våra dagar allmännast använda gasmedlet mot insekter i lagerlokaler och boningshus. Enär gasen förstör grobarheten hos spannmål samt skadar bakningsdugligheten hos densamma, kan medlet endast användas för desinfektion av tomma lagringslokaler. Enklaste sättet för alstrande av gasen är att bränna svavelblomma, varvid enligt ZACHER (1927) åtgår 13 gram svavel per kbm luftvolym. Enär en stor del av luftens syre åtgår vid förbränningen, kan emellertid en fullständig förbränning av svavlet endast med svårighet ernås. Bättre i sistnämnda hänseende äro en del handelspreparat, t. ex. »Diametan». För att minska eldfaran bör den behållare (bleckdosa el. dyl.), vari svavlet brännes, ställas ovanpå ett större kärl, som fylles med sand. På grund av svaveldioxidens stickande lukt och enär den redan vid ringa koncentration starkt retar slemhinnorna, finnes vid dess användning knappast någon risk för förgiftningsfall hos människor. Den största olägenheten med svavelrökning är att ångorna starkt angripa metalliska föremål samt lätt lösa sig i och fördärva fuktiga eller flytande ämnen under bildande av svavelsyra. En annan metod består i att förgasa ren, flytande svaveldioxid ur stålflaskor. Fördelen därmed är att inga skadliga biprodukter uppstå samt att bildandet av svavelsyra undvikes. Gasen måste vid denna metod inledas i lokalen uppifrån, på grund av att den är tyngre än luften, under det att vid förbränning av svavel lågans värme bidrager till gasens jämna blandning med luften.

Exempel finnas på framgångsrikt utrotande av spannmålsvivlar (fullbildade insekter) i lagerhus medelst svavelrökning. Medlet synes dock ej alltid vara tillförlitligt och förmår exempelvis (enl. ZACHER, 1927) ej döda äggen av kvarnmottet.

Cyanväte (blåsyra).

Cyanvätet är en för såväl högre djur som insekter ytterst giftig gas. Den har sedan ett par decennier varit ett av de förnämsta vapnen i kampen mot ohyra i bostadshus och har likaledes fått en allt mångsidigare användning som utrotningsmedel mot förrådsskadedjur av olika slag i lagerhus, kvarnar, livsmedelsfabriker etc. I särskilt stor utsträckning har cyanvätet använts i kvarnar för bekämpning av kvarnmottet. Så t. ex. begasades under perioden 1917—1931 i Tyskland 1,300 kvarnar (med ett sammanlagt rymdinnehåll av 16 milj. kbm) med cyanväte (PETERS, 1933).

Ett betydelsefullt tekniskt framsteg, som än mer utvidgade cyanvätets användningsområde, utgjorde den i Tyskland under åren 1920—1923 utarbetade »Cyklon-B»-metoden, varigenom dels användningssättet i hög grad förenklades, dels riskerna för olycksfall minskades. Cyklon-B är flytande blåsyra, uppsugen i en kornig eller porös massa (kiselgur) och tillsatt med starkt luktande, »varnande» ämnen (kemiskt ren blåsyra är nära nog luktfri). Som emballeringsmaterial användes kraftiga, lufttätt tillslutna bleckdosor. Förpackningssättet möj-

liggör framställning av större och mindre enheter samt underlättar doseringen. På användningsplatsen öppnas dosorna och utströs innehållet i ett tunt lager, varvid utvecklingen av fri cyanvätegas omedelbart börjar; vid rumstemperatur har i regel största delen av gasen utvecklats inom en halv timme, vadan maximal gaskoncentration snabbt uppnås. De retmedel (klor- och bromföreningar), som ingå i Cyklon B, och som intensivt angripa ögonens och näsans slemhinnor, utvecklas samtidigt med cyanvätegasen och äro avsedda att omöjliggöra beträdandet av den gasbelagda lokalen så länge riskabel gaskoncentration ännu förefinnes.

På grund av cyanvätets stora giftighet är dess användning i alla länder reglerad genom detaljerade lagbestämmelser. Cyanvätebegasningar få i vårt land endast utföras genom av medicinalstyrelsen godkända desinfektörer. Det kan nämnas, att i U. S. A. användningen är fri för desinfektion av spannmåls- och tobaksmagasin samt växthus.

Cyanvätet som bekämpningsmedel karakteriseras främst av sin synnerliga giftighet för alla insekter samt av sin lättflyktighet och stora inträngningsförmåga i alla undangömda springor och vrår. En annan viktig egenskap hos gasen är dess kemiska indifferens och obeständigheten hos de flesta av dess föreningar. Detta medför, att gasen icke har några skadliga verkningar på därmed behandlade föremål eller varor. Talrika undersökningar ha visat, att nästan alla slag av livsmedel och råvaror utan risk kunna gasbehandlas med cyanväte och att den absorberade gasen inom kort tid försvinner efter luftning. Spannmål, malt, mjöl o. dyl. skadas ej på något sätt, åtminstone icke vid de gaskoncentrationer, som kunna förekomma i praktiken (PETERS, 1933; FRICKHINGER, 1933).

Gastätheten hos cyanväte är vid 0° och 760 mm lufttryck = 1,2096, alltså obetydligt lägre än hos luften. Icke ens vid desinfektion av mycket stora lokaler tenderar gasen fördenskull att koncentrera sig i någon viss del av lokalen, utan fördelar sig inom kort jämnt över densamma. På grund av gasens stora flyktighet kan den endast användas i lokaler, som kunna effektivt tätas, så att gaskoncentrationen kan bibehållas någorlunda hög under 10—20 timmar; även i mycket täta lokaler nedgår f. ö. koncentrationen rätt avsevärt, vilket måste beaktas vid doseringen.

Cyanvätet som bekämpningsmedel mot spannmålsvivlar. Cyanvätet är för de flesta insekter mycket giftigare än andra gaser. Spannmålsvivlarna utgöra i detta avseende intet undantag, blott att de jämförda med flertalet andra förrådsskadedjur äro förhållandevis motståndskraftigare mot giftet, vadan en något högre koncentration resp. längre behandlingstid erfordras. Uppgifterna rörande spannmålsvivlarnas motståndskraft mot cyanvätet ha emellertid varit i hög grad överdrivna. Äldre uppgifter rörande den gaskoncentration, som erfordras för att med säkerhet döda spannmålsvivlar äro mycket motsägande, tydligen beroende på otillförlitliga försöksmetoder.

Med hjälp av en tillförlitlig försöksapparatur, vilken reducerade gasförlusterna till ett minimum, kunde TEICHMANN o. ANDRES (1920) påvisa, att en dosering av 0,25—0,50 volymprocent blåsyra dödade spannmålsvivlarna inom 18 timmar. Vid praktiska bekämpningsförsök i större skala erfordrades emellertid, på grund av gasförlusterna genom läckage, en dosering av 1 volymprocent och en behandlingstid av 1 dygn.

Enstaka iakttagelser rörande bristande effekt på spannmålsvivlarna av höga gaskoncentrationer ha bl. a. föranlett antagandet om förefintligheten av s. k. »chockverkan»: det bedövningstillstånd, som inträder långt innan gaskoncentrationen nått sin fulla höjd, skulle sedan i viss mån skydda insekterna mot giftets verkningar. Man har därvid närmast tagit fasta på resultaten av vissa amerikanska undersökningar rörande »protective stupefaction» hos sköldlöss, behandlade med cyanväte (GRAY o. KIRKPATRICK, 1929): när dylika insekter först utsättas för en subletal men bedövande gaskoncentration av cyanväte, följd av en i normala fall letal koncentration, överleva i regel en större procent av djuren än om proceduren göres omvänt, alltså om insekterna direkt utsättas för den starkare koncentrationen. Emellertid ha PETERS o. GANTER (1934) genom en serie noggrant utförda försök påvisat, att kornviveln icke förhåller sig »anormalt» gentemot cyanväte på annat sätt än att den i jämförelse med flertalet andra skadeinsekter erfordrar relativt hög gaskoncentration; någon »protective stupefaction» förefinnes sålunda ej.

Cyanvätets verkningsgrad på kornviveln bestämmes fördenskull av koncentration och inverkningstid enligt den förut (sid. 60) återgivna formeln $c \cdot t = k$.

Vid sina undersökningar, som omfattade sammanlagt 300 försök och utfördes med en apparatur, som tillät bibehållandet av absolut konstant gaskoncentration, temperatur och fuktighet, fastställde PETERS o. GANTER det stora inflytande som temperaturen utövar på gasens verkningsgrad. Så t. ex. befanns det, att en gaskoncentration av 8,5 gram/kbm gav 100 % dödlighet å kornvivlar redan efter 4 timmar, när temperaturen var + 35°, men först efter 15 timmar, när temperaturen var + 17°. Uttryckt i gram-timmar erfordrades vid + 35° 20—30 enheter, vid + 25° 60 enheter och vid + 17° omkring 90—100 enheter för 100 % dödlighet å insekterna. Lägsta verkningsgraden hade cyanvätet vid en temperatur mellan + 10 och + 5°; vid 0° var verkningsgraden ånyo densamma som vid + 17°.

I praktiken kan man självfallet aldrig bibehålla en konstant gaskoncentration. Vid cyanvätebegasning av en lagringslokal stiger koncentrationen till en början mycket hastigt för att därefter inom 24 à 48 timmar tämligen jämnt sjunka till c:a 30 à 20 % av maximum. Men även under dessa betingelser blir verkningsgraden vid varje temperatur en funktion av koncentration och behandlingstid enligt formeln $c \cdot t = k$. Den dosering och inverkningstid, som i praktiken erfordras vid utrotande av spannmålsvivlar, blir beroende av lokalernas täthet

och beskaffenhet i övrigt. I vanliga fall kan förordas en dosering av 1 upp till 2 volymprocent och en inverkningstid av minst 24, helst 48 timmar. Att cyanvätet i och för sig är ett av de effektivaste bekämpningsmedlen även mot spannmålsvivlarna, torde numera stå oemotsagt. Vid desinfektion av tomma lagringslokaler, som äro tillräckligt täta så att koncentrationen ej alltför mycket nedgår, är cyanvätet säkerligen överlägset de flesta andra bekämpningsmedlen. Gasens flyktighet och stora inträngningsförmåga gör att den intränger i de mest dolda springor och skrymslen, bakom väggpaneler, i trossbottnar etc. samt dödar alla utvecklingsstadier av insekterna med samma säkerhet. Gäller det däremot desinfektion av lagerlokaler med inneliggande, av vivlar infekterad spannmål, fordras ju även, att gasmedlet skall kunna nedtränga i spannmålslagren, enär huvudmassan av vivlarna samt deras utvecklingsstadier äro tillfinnandes i desamma.

För att under praktiska betingelser utreda dels cyanvätets användbarhet som utrotningsmedel mot såväl spannmålsvivlar som andra förrådsinsekter, dels gasens inträngningsförmåga i spannmålslager, ha en del undersökningar utförts i samband med cyanvätebegasning av infekterade lagerlokaler. I det följande skall lämnas en kortfattad redogörelse för desamma.

a) En serie försök utfördes i samband med cyanvätebegasning (Cyklon B) av tvenne större kornbottnar, belägna på olika etager i ett mälteri. Desinfektionen utfördes på högsommaren, och temperaturen i lokalerna samt i den inneliggande spannmålen var omkring + 25°. Lokalerna voro täta, med golv, väggar och tak av cement, vadan gasförlusten under behandlingstiden säkerligen var rätt liten (några koncentrationsmätningar företogos icke). Den kvantitet Cyklon B, som användes, motsvarade en maximal gaskoncentration av 1,2 à 1,3 volymprocent. Å den ena kornbottnen, vilken gasbehandlades under en tid av 48 timmar, fanns upplagrat 60 ton maltkorn i ett 25—30 cm tjockt lager på golvet. Fristående på golvet inställdes dessutom för försöksändamål några fyllda kornsäckar om vardera c:a 100 kg. Den andra bottnen hölls gasbelagd i 8 dygn. Här förvarades i ett 60—80 cm tjockt lager ett parti om c:a 250 ton korn. Även å denna botten inställdes några fyllda kornsäckar. Kornet å båda bottnarna var angripet av kornvivlar samt rismjölbaggar och sågtandade plattbaggar. Som försöksdjur, å vilka gasens effekt samt inträngningsförmåga kontrollerades, användes följande insektarter: korn- och risvivlar (dels fullbildade skalbaggar, dels infekterad spannmål med alla utvecklingsstadier), rismjölbaggar, sågtandade plattbaggar, kornmal (ägg, larver och puppor) samt kvarnmott (d:o). Försöksdjuren förvarades dels i ett antal glasskålar (med lock av metalltrådsduk), vilka inställdes i lokalerna på olika platser och på olika höjd över golvet, dels i små påsar av müllergas. Dessa påsar nedfördes på olika djup mitt ute i kornhögarna samt i de för detta ändamål uppställda kornsäckarna. Varje försökskärl innehöll ett 100-tal skalbaggar förutom talrika ägg, larver och puppor av de olika insektarterna.

Effekten av cyanvätebegasningen befanns vara följande: alla insekter, som ej voro skyddade av något spannmålslager, voro döda. Dessutom befanns det, att gasen redan efter 48 timmar fullständigt genomträngt de fristående, fyllda kornsäckarna och restlöst dödat alla i dem befintliga insekter. I den på golvet utbredda spannmålen hade gasen å den under 8 dygn gasbelagda kornbottnen nedträngt till cirka 30 cm djup. Ned till 20 cm djup voro insekterna i alla utvecklingsstadier undantagslöst döda (detta även vid 48 timmars behandlingstid). Några cm djupare ned befunnos en del ägg och larver av kornmal och kvarnmott ha överlevat, under det att spannmålsvivlar och övriga skalbaggar dödats (endast ur en av de 100-tals kärnor, som innehöllo spannmålsvivlarnas ofullbildade utvecklingsstadier, framkom efter någon tid en fullbildad skalbagge). På 30 cm djup voro samtliga fullbildade vivlar samt praktiskt taget alla deras ägg och larver döda, likaså alla sågtandade plattbaggar. Däremot överlevde mer än 50 % av rismjölbaggarna samt åtskilliga larver av kornmal och kvarnmott! Detta tyder ju på att spannmålsvivlarna gentemot andra förrådsinsekter icke intaga någon mera markant särställning med avseende på motståndskraften mot cyanväte. På större djup än 30 cm levde så gott som samtliga försöksdjur. (Rörande de ovan beskrivna undersökningarna må framhållas, att försöksdjuren i samtliga fall förvarades under en längre tid i och för efterkontroll. I intet fall kunde iakttagas, att spannmålsvivlar eller andra insekter, som vid undersökning omedelbart efter begasningen befunnos livlösa, på nytt repade sig. Något belägg för uppgifterna om att spannmålsvivlar, som behandlats med cyanväte, kunna ligga orörliga i veckotal för att därefter åter leva upp, ha i varje fall dessa undersökningar ej lämnat. F. ö. karakteriseras ju cyanvätets toxiska verkan av den snabbt inträdande förgiftningen och den likaledes påfallande snabba återhämtningen vid icke dödlig dosis (FRICKHINGER, 1933).

I *lösa spannmålslager nedtränger cyanvätet sålunda till ett djup av högst 30 cm.* Endast under förutsättning att spannmålen lagras eller före begasningen kan utbredas i ett skikt av 20 à 25 cm tjocklek, kan en fullständig utrotning av spannmålsvivlarna även i icke tomma lagringslokaler ernås. Gäller det däremot utrotning av sådana skadeinsekter som kvarnmott och kornmal, vilkas ägg och larver endast finnas i spannmålens ytligare skikt, kan en cyanvätebegasning även av mäktigare spannmålslager ge 100 %-ig effekt. Som förut nämnts, *förmår gasen fullständigt genomtränga fristående, fyllda spannmålssäckar.* I löst liggande spannmål kan ju gasen inträanga blott från en sida, under det att säckad spannmål »angripes» från flera sidor. Detta blir givetvis i viss mån fallet även när det gäller större säckstaplar; vid säcklagring skall ju mellanrum finnas mellan staplarna. *Även lagringslokaler med inneliggande stora partier säckad spannmål kunna fördenskull med framgång desinficeras medelst cyanväte.* Ett belägg härför gav följande undersökning:

b) Ett av södra Sveriges större kvarnföretag lät under försommaren 1937 cyanväteröka ett stort spannmålsmagasin, vari upplagrades 40,000 säckar nyligen importerat råris, som var infekterat av risvivlar, rismjölbaggar och kvarnmott. I magasinet, som var av cement och nybyggt, voro säckarna staplade upp till 30 i höjd. Begasningen utfördes med Cyklon B, och doseringen motsvarade en gaskoncentration av c:a 1,2 volymprocent cyanväte. Lokalen hölls gasbelagd under en tid av 10 dygn. Under hela tiden rådde i densamma en hög temperatur, omkring +30°, vilket givetvis var gynnsamt för gasens verkningsgrad och inträngningsförmåga. Omkring 14 dagar efter det luftning av lokalerna skett, verkställdes en undersökning för att utröna resultatet av gasbehandlingen. Inga levande insekter kunde någonstädes påträffas, däremot otaliga döda. Gasens inträngning i rispartiet kontrollerades genom provtagningar dels ur fristående säckar och dels ur säckar, belägna några varv djupt i staplarna. Till jämförelse togos även prover ur ett antal icke gasbehandlade rissäckar, tillhörande samma parti. Samtliga prover ur de säckar, som stodo i det begasade magasinet, innehöllo uteslutande döda insekter. Att även ägg och larver dödats, framgick av att inga insekter framkläcktes ur proverna under en observationstid av flera månader vid en temp. av 23—25°. I de prover, som tagits ur obehandlade säckar, funnos däremot talrika levande insekter jämte ägg, larver och puppor.

På senare år har man i Nordamerika börjat använda cyanväte och andra begasningsmedel för desinfektion av säcklagrad spannmål i gastäta »tält» (Mackie o. Carter, 1937). Säckstaplarna övertäckas med täta presenningar, innanför vilka gasmedlet därefter anbringas, och metoden kan fördenskull användas även i otäta magasin, där användning av gasmedel eljest vore utesluten. Betydande kostnader inbesparas givetvis i sådana fall, där spannmålslagret blott utgör en mindre del av hela lokalens rymdinnehåll och stora mängder extra gas eljest skulle erfordras för att uppnå erforderlig gaskoncentration. Ovanpå säckstapeln under presenningen anordnas ett »luftrum», t. ex. genom att ställa ett par säckar upprätt på någon meters avstånd från varandra, detta för att underlätta gasens diffusion. Ju större och högre säckstaplar, som skola desinficeras, ju längre inverkningstid erfordras givetvis för att gasens inträngning skall bli fullständig. Erfarenheterna ha visat, att mycket god effekt erhålles med fem säckar höga staplar. Åtskilliga exempel på framgångsrik användning av cyanväte vid desinfektion av säcklagrad spannmål omnämnas. Sålunda gasbehandlades vid ett tillfälle ett parti om 600 säckar korn i en 20 säckar hög trave. Kornet var angripet av kornvivlar. Doseringen var 50 gram natriumcyanid per kbm, vilket utgör något över 2 volymprocent cyanväte, och inverkningstiden 24 timmar. Resultatet blev över 99 % dödlighet å skadeinsekterna. En lika stor säckstapel, som samtidigt gasbehandlades under 48 timmar, uppvisade efteråt 100 % dödlighet å insekterna.

Etylenoxid (T-gas).

Etylenoxid är ett av de nyare gasmedlen för bekämpning av skadeinsekter. De första försöken med detta medel utfördes år 1928 i Tyskland och U. S. A.

Etylenoxid är en färglös och mycket lättflyktig vätska (kokpunkt 12,5°) med aromatisk lukt och löslig i vatten i alla proportioner. Gasen, som blott är c:a 1½ gånger tyngre än luften, ger med luft en explosiv blandning vid koncen-

trationer mellan 4 och 60 volymprocent (1 volymprocent = 25 gram per kbm). Gasen är giftig för människan, och en längre tids vistelse även i så låg gaskoncentration som 0,025 volymprocent (= 0,5 gram per kbm luft) anses icke ofarlig (FRICKHINGER, 1933).

»T-gas» är en blandning av etylenoxid och kolsyra i viktsproportionerna 9:1. Inblandningen av kolsyra har till ändamål dels att utdriva etylenoxiden ur transportbehållarna (stålflaskor), dels att minska etylenoxidens eldfarlighet, dels slutligen att öka insekternas andningsintensitet och därmed gasens effekt. Även T-gasen är vid hög gaskoncentration explosiv men i jämförelse med ren etylenoxid föga giftig för människan (även vid arbete i T-gas måste dock gasmask användas).

T-gas har i likhet med cyanväte kommit till användning såväl vid utrotandet av ohyra i bostadslägenheter som för bekämpning av skadeinsekter i spannmåls- och tobakslagerhus, kvarnar etc. För människan är T-gasen långt ogiftigare än cyanvätet och användes med fördel som en ersättare för denna i sådana fall, där betryggande säkerhetsåtgärder av någon anledning icke förefinnas mot förgiftningsrisker genom cyanväte. Eldfaran vid användning av T-gas påfordrar dock stor försiktighet (den vid begasningar erforderliga T-gasmängden, 40 à 50 gram per kbm, bildar visserligen icke någon explosiv blandning med luften, när den väl fördelats; vid påsläppandet av T-gasen uppstår emellertid under en kort stund i närheten av gasbehållaren en explosiv blandning, innan gasen hunnit jämnt fördela sig i rummet).

I fråga om insektsdödande verkan och inträngningsförmåga anses T-gasen vara jämnställd med cyanväte (FRICKHINGER, 1933). Vanligen användes en gaskoncentration av 1,8 à 2 volymprocent (40—50 gram per kbm luftvolym) och en behandlingstid av 24 timmar, vilket är tillräckligt att döda såväl spannmålsvivlar som andra skadeinsekter. Särskilt för insekternas ägg har gasen visat sig synnerligen giftig.

Vid temperaturer understigande c:a + 15° minskas detta gasmedels verkningsgrad mot spannmålsvivlarna starkt; under + 10° kan någon nämnvärd effekt överhuvud ej påräknas. Några större skillnader i verkningsgraden vid olika temperaturer över + 15° förefinnes däremot ej (PETERS o. GANTER, 1935).

Etylenoxid (T-gas) karakteriseras av en utpräglad e f t e r v e r k a n på gasbehandlade insekter och andra djur. Så t. ex. kunna spannmålsvivlar efter behandlingstidens slut förefalla fullt vitala och oskadda för att därefter inom de närmaste 24 timmarna dö. Den slutgiltiga effekten av en T-gasbehandling kan sålunda först något dygn efter utluftningen bedömas.

T-gasen transporteras i och utvecklas ur stålflaskor eller i glassifoner. De förra användas företrädesvis vid behandling av större utrymmen såsom kvarnar, lagerhus, fabriker etc., de senare vid mindre utrymmen, såsom enstaka rum. På grund av gasens stora flyktighet fordras, liksom vid användning av cyanväte, att lokalerna vid gasbehandlingen kunna tätt tillslutas.

Omfattande undersökningar, bl. a. av BACK, COTTON o. ELLINGTON (1930) samt SUDENDORFF o. KRÖGER (1931), ha visat, att gasmedlet icke har någon skadlig eller kvalitetsnedsättande verkan på närings- och njutningsmedel av skilda slag; mjöl, som gasbehandlats, måste dock undergå några dagars luftning, enär det därur framställda brödet i annat fall kan få bilukt och bismak (WICHMAND, 1936). Gasen nedsätter i viss mån grobarheten hos spannmål, särskilt när smärre kvantiteter behandlas i stora lagerutrymmen, d. v. s. när gasmängderna äro mycket stora i förhållande till mängden spannmål. När det gäller maltkorn, är ett gasmedels inverkan på grobarheten givetvis av största vikt. Av WICHMAND (1936) utförda undersökningar visade, att desinfektion av större kornpartier i praktiken icke kan ske utan att grobarheten allvarligt skadas.

Som ett speciellt silobegasningsmedel användes i stor omfattning, särskilt i Tyskland och U. S. A., en blandning av etylenoxid och kolsyra i viktsproportionerna 1 : 9, alltså omvänt mot T-gas. En närmare redogörelse lämnas i kapitlet om silobegasning.

"Tunga" gaser.

För desinfektion av större spannmålslager, vilka ej kunna genomträngas av lättare gaser såsom cyanväte och etylenoxid, har man i första hand prövat lättflyktiga vätskor, vilka alstra gaser, som äro avsevärt tyngre än luften och som ovanifrån få nedtränga genom spannmålen. Det tidigast använda begasningsmedlet av detta slag är *kolsvavla.*

Kolsvavla är en tung, redan vid vanlig temperatur mycket lättflyktig vätska. Gasen är mer än 2½ gånger tyngre än luften, med stor inträngningsförmåga och mycket giftig för alla insekter. För människor och husdjur är gasen betydligt mindre giftig men dock ej ofarlig; inandning av större gasmängder bör undvikas, och särskilt böra personer med svagt hjärta icke befatta sig med kolsvavla.

Kolsvavlans användning som bekämpningsmedel mot inomhusinsekter daterar sig från mitten av 1800-talet. Någon mera omfattande användning har den emellertid aldrig fått. Det största hindret härför är den stora eldfaran. Kolsvavlan är nämligen ytterst lättantändlig, och gasen ger med luften en explosiv blandning, vadan den största försiktighet måste iakttagas. Redan en gnista från en bristfällig elektrisk väggkontakt kan vara tillräcklig att framkalla en förödande explosion. Självantändning kan ske vid temperaturer över 147°, t. ex. intill värmeanläggningar; vid närvaro av järn och andra metaller, särskilt koppar, kan självantändning uppstå redan vid 96 à 98° (BACK o. COTTON, 1926).

För desinfektion av större lagerutrymmen och spannmålspartier lämpar sig kolsvavlan fördenskull icke. Mindre spannmålspartier kunna gasbehandlas i tättslutande kärl, t. ex. tunnor, eller i begasningskammare eller andra tätt tillslut-

bara lagerutrymmen. Kolsvavlan kan hällas eller strilas direkt ovanpå spannmålen. Denna kan även uppskottas i pyramidformiga högar om vardera c:a 10 hektoliter. Kolsvavlan hälles i flata skålar, som placeras ovanpå spannmålshögarna, vilka därefter omedelbart böra övertäckas med presenningar eller annat tätt material. Erforderlig mängd kolsvavla för dödande av spannmålsvivlar och andra förrådsinsekter är 50 à 70 gram per hl spannmål. Efter en inverkningstid av 1 dygn luftas spannmålen upprepade gånger. Vid desinfektion av spannmål i smärre, tättslutande kärl kan behandlingstiden förkortas till några timmar. — Något idealiskt gasmedel för spannmål är kolsvavlan icke, detta på grund av eldfaran, den obehagliga lukten, som rätt länge kan kvarbli i spannmålen, samt hälsovådligheten vid inandning av större mängder gas. Grobarheten hos spannmålen lär kunna skadas, om vattenhalten är hög; i någorlunda torr spannmål förblir den oberörd. Bakningsförmågan hos mjöl av vete, som behandlats med kolsvavla, lär stundom försämras i någon mån (NEIFERT, COOK m. fl., 1925). Upprepade försök ha visat, att kolsvavlans effekt på spannmålsvivlarnas ägg är rätt osäker. Bästa effekten ernås, när spannmålens temperatur är någorlunda hög; temperaturen bör i varje fall icke understiga + 15°.

För desinfektion av tomsäckar o. dyl. i lufttäta behållare har kolsvavla i stor utsträckning kommit till användning. För detta ändamål kan med fördel begagnas en fyrkantig plåtbehållare av upp till 1 kbm volym. Lufttät tillslutning erhålles genom att behållarens övre rand bildar en ränna, vari lockets kant ligger och som under begasningen hålles fylld med vatten.

På grund av de betydande risker och olägenheter som användandet av kolsvavla medför, har man sedan åtskilliga år forskat efter nya och lämpligare desinfektionsmedel för spannmål, utan att dock tills dato något fullgott medel framkommit.

I början av 1920-talet utfördes inom kemiska avdelningen vid Förenta staternas jordbruksministerium omfattande undersökningar i avsikt att få fram begasningsmedel för spannmål, vilka skulle kunna ersätta kolsvavlan och vilka skulle uppfylla följande anspråk: tillräckligt hög verkningsgrad på spannmålsinsekter, först och främst korn- och risviveln, ej eldfarliga eller explosiva, ofarliga för människan samt oskadliga för därmed behandlad spannmål och andra produkter (NEIFERT, COOK m. fl., 1925). Ett stort antal olika organiska, lättflyktiga föreningar prövades. Slutresultatet blev, att endast ett av de prövade medlen ansågs praktiskt användbart, nämligen en blandning av **etylacetat** och **koltetraklorid** i volymproportionerna 40—60. Medlet är vid vanlig temperatur icke eldfarligt eller explosivt (gaserna av etylacetat enbart ge däremot med luften en explosiv blandning), och gasen skadar varken spannmålens grobarhet eller mjölets bakningsförmåga. Vid desinfektion av med vete fyllda järnvägsvagnar erhölls 100 %-ig effekt mot risvivlar vid en dosering av 75 kbcm pr

hektoliter spannmål. — Emellertid innehåller ofta etylacetat föroreningar med stark lukt, vilken ej blott varaktigt häftar vid den behandlade spannmålen utan också kan övergå på mjölet och t. o. m. brödet. Även när de använda kemikalierna äro av hög renhetsgrad får behandlad spannmål lätt en »sur» lukt, beroende på att etylacetat genom hydrolys delvis övergår i ättiksyra. Ifrågavarande begasningsmedel torde fördenskull näppeligen kunna få någon större praktisk betydelse (utom möjligen vid desinfektion av fodersäd och utsäde). Användningssättet är detsamma som för kolsvavla; några praktiska försök med detta gasmedel ha dock här i landet ännu ej utförts.

Sedermera ha vid amerikanska undersökningar lovande resultat erhållits i synnerhet med vissa organiska klorföreningar med hög spec. vikt, vilka alstra tunga gaser, som lätt nedtränga även i tjocka spannmålslager (COTTON o. ROARK, 1927, ROARK o. COTTON, 1928, 1930). Ett medel, som visat sig särskilt användbart är **etylenklorid** (dikloretan). Denna är en vattenklar vätska med kokpunkt 83,7° och spec. vikt 1,28 vid 0° samt har en icke oangenäm, om kloroform påminnande lukt. Gasen är mer än 3 gånger tyngre än luften och i hög grad giftig för spannmålsvivlar och andra insekter. Vätskan är emellertid eldfängd, och för att eliminera eldfaran användes den icke enbart utan i blandning med koltetraklorid i volymproportionerna 3: 1. Blandningens specifika vikt är 1,326 vid 0°. Enär de båda komponenternas kokpunkter ligga rätt nära varandra, avdunstar vätskan homogent. Medlet är fullständigt fritt från eldfara, och vätskan kan t. o. m. användas som eldsläckare. Gasen, som är tung och som lätt nedtränger i spannmålen, är relativt ofarlig för människan (blott vid långvarig inandning kan den verka bedövande). Behandlad spannmål skadas icke på något sätt, vare sig med avseende på grobarhet, bakningsförmåga, lukt etc. Vid växtskyddsanstalten utförda begasningsförsök mot kornvivlar i med spannmål fyllda, lufttäta kärl, ha givit till resultat, att en dosering av 50 kbcm per hektoliter spannmål och en inverkningstid av 1 dygn ger i det närmaste 100 % dödlighet, detta vid rumstemperatur. (Enligt amerikanska bekämpningsförsök mot risvivlar i tät lokal utan spannmål ernåddes 100 % dödlighet med en dosering av c:a 70 kbcm per kubikmeter luftvolym och vid en inverkningstid av 1 dygn samt en temperatur av + 29°. Vid lägre temperatur sjunker emellertid verkningsgraden, och för praktiskt bruk i täta, tomma lokaler rekommenderas därför en dosering av 160 à 170 kbcm per kbm luftvolym).

Detta begasningsmedel anges bl. a. som mycket lämpligt för desinfektion av kvarnmaskinerier i de fall, där man ej önskar gasbehandla hela lokalen. Det erfordras emellertid praktiska försök i större skala, innan något definitivt omdöme rörande bekämpningsmedlets praktiska värde kan uttalas.

Trikloretylen är ett annat begasningsmedel, som likaledes visat sig lovande. Trikoretylen är en tung (spec. vikt 1,45), lättflyktig, icke brännbar vätska. Gasen är c:a 4 gånger tyngre än luften, föga giftig för människor och

icke explosiv. På grund av sin tyngd kan gasen lätt genomtränga spannmålslager. Den är vid en temperatur av + 28 à 30° mycket verksam mot såväl spannmålsvivlar som andra insekter. Vid något lägre temperatur (+ 18 à 22°) blir giftverkan dock avsevärt reducerad, och trikloretylen enbart kan fördenskull i praktiken knappast användas för desinfektion av spannmål. Som inblandningsmedel i för insekterna giftigare gasmedel bör trikloretylen däremot bli synnerligen värdefull för erhållande av icke eldfarliga och för människan mera ogiftiga preparat. Vid växtskyddsanstalten har hittills det amerikanska handelspreparatet »Vesfume» prövats.

»Vesfume». Detta gasmedel har enligt uppgift fått en rätt omfattande användning i U. S. A. och en del andra länder som utrotningsmedel mot spannmålsvivlar m. fl. skadeinsekter i lagerhus och kvarnar. Vesfume är en tung, lättflyktig, ej brännbar vätska med en specifik vikt av omkring 1,4. Gasen, som är 4½ gånger tyngre än luften och 2 gånger tyngre än kolsvavlegasen, är giftig för insekter men föga giftig för människor och husdjur samt icke explosiv.

Vid växtskyddsanstalten har prövats gasens effektivitet mot spannmålsvivlar och andra förrådsinsekter, inträngningsförmågan i spannmålslager, inverkan på spannmålens grobarhet m. m. Av tillverkaren (Vestal Chemical Laboratories, Inc., S:t Louis) angives en dosering av »one quart Vesfume for every 125 bushels of grain», alltså c:a 25 kbcm per hektoliter spannmål, och en behandlingstid av 10—12 timmar som fullt tillräcklig att döda spannmålsvivlarna i alla utvecklingsstadier; det framhålles, att Vesfume icke bör användas vid lägre temperatur i spannmålen än + 21°.

Utförda försök ha emellertid visat, att ovannämnda dosering och inverkningstid är otillräcklig att döda spannmålsvivlarna, åtminstone under de temperaturförhållanden, som kunna tänkas förekomma i våra lagerlokaler. En dosering av 25 kbcm per hl i lufttätt tillslutna, med spannmål och insekter fyllda glasbehållare gav nämligen högst 80 % dödlighet även vid så pass hög temperatur som 26 à 27° och en behandlingstid av 48 timmar; kornmalens och kvarnmottets larver och puppor dödades däremot vid denna dosering till 100 % även vid några grader lägre temperatur.

En dosering av 50 kbcm Vesfume per hl spannmål vid 48 timmars inverkningstid och vanlig rumstemperatur (c:a 20°) dödar däremot restlöst även spannmålsvivlarna i alla utvecklingsstadier; vid högre temperatur, c:a 28°, är 24 timmars inverkningstid tillräcklig.

Höjes doseringen till 75 kbcm per hl, är ett dygns behandlingstid tillräcklig att vid vanlig rumstemperatur restlöst döda spannmålsvivlarna i alla utvecklingsstadier.

(Ovannämnda laboratorieförsök utfördes med försöksdjur, inneslutna i med vete fyllda glasburkar om 1,4 liters rymd, vilka under behandlingstiden höllos

lufttätt tillslutna. I varje kärl användes 300 à 400 fullbildade skalbaggar samt 100-tals ägg, larver och puppor; varje försök gjordes med tre upprepningar jämte kontrollkärl med obehandlade insekter. Ett antal begasningsförsök gjordes även med användande av ½ meter höga, cylindriska plåtbehållare, vardera rymmande 22 liter spannmål).

I lufttäta kärl utan spannmål ger en dosering av 35 kbcm per kubikmeters luftvolym 100 % dödlighet å fullbildade spannmålsvivlar. För att även äggen och larverna skola säkert dödas, måste doseringen höjas till 100 kbcm; kornmalens larver samt rismjölbaggar dödas till 100 % vid en dosering av 50 kbcm per kbm luftvolym. Ovannämnda siffror avse gasmedlets verkningsgrad vid normal rumstemperatur.

Ovannämnda undersökningar ge vid handen att, när det gäller desinfektion av spannmål, frövaror o. dyl. i täta behållare, Vesfume med fördel bör kunna användas i stället för kolsvavla. Mot spannmålsvivlar erfordras därvid en mängd av minst 50 men helst 70 kbcm per hektoliter spannmål vid en inverkningtid av 2 dygn, eller 80 à 100 kbcm per hl vid en inverkningstid av 1 dygn. För att döda kornmalens och kvarnmottets larver räcker en dosering av 25 och 50 kbcm per hl vid en behandlingstid av resp. 2 och 1 dygn.

Undersökningar, utförda med maltkorn, ha visat, att Vesfume icke på något sätt skadar spannmålens grobarhet, ej ens vid en dosering av 100 kbcm per hektoliter korn och en inverkningstid av 50 timmar; även hos de kärnor, som direkt träffas av vätskan, förblir grobarheten opåverkad. Gaslukten försvinner snabbt och fullständigt, när spannmålen efter begasningen utbredes i tunnare lager och luftas. Förvaras spannmålen däremot i slutna behållare, kan lukten kvardröja i flera veckor.

Ett större praktiskt försök med Vesfume har utförts, varvid gasbehandlades ett parti om 350 hektoliter korn. Detta, som var rätt starkt angripet av kornvivlar och sågtandade plattbaggar, låg utbrett i tvenne c:a 70 cm djupa högar å en stor kornbotten. Den del av golvet, där spannmålen förvarades, var av cement, under det att större delen av golvet i övrigt utgjordes av ett föga tätt trägolv. Spannmålshögarna upptogo dessutom blott en liten del av hela golvutrymmet i lokalen, vilket självfallet måste i hög grad öka svårigheterna att ernå tillräckligt hög gaskoncentration i spannmålen. För att kontrollera gasbehandlingens effekt nedfördes till olika djup mitt inne i kornhögarna smärre påsar med müllergas, fyllda med spannmål och försöksdjur: korn- och risvivlar i alla utvecklingsstadier samt larver och puppor av kornmal och kvarnmott. För desinfektionen användes 35 liter Vesfume, alltså motsvarande en mängd av 100 kbcm per hl korn. Vätskan strilades direkt ovanpå spannmålen, vilken därefter undan för undan omedelbart övertäcktes med presenningar. Arbetet utfördes utan användning av gasmask. Spannmålens temperatur var + 26°. Efter tre dagar avlägsnades presenningarna och kontrollerades effekten. I lokalen kunde därvid blott en mycket obetydlig lukt av gasmedlet förmärkas,

likaså i kornhögarnas ytlager. Längre ned på djupet tilltog dock gaslukten kraftigt, vilket visade, att betydande mängder av den tunga gasen fortfarande funnos kvar.

Undersökningen av försöksdjuren visade, att alla larver och puppor av kornmal och kvarnmott dödats, såväl i spannmålens ytlager som djupare ned. Korn- och risvivlar överlevde däremot till stor procent i spannmålens ytligare lager, ned till ett djup av 30—40 cm. I djupare lager voro även samtliga dessa insekter jämte deras utvecklingsstadier döda.

Detta försök ådagalade gasmedlets goda inträngningsförmåga i spannmålen. På grund av sin tyngd förmår gasen säkerligen fullständigt genomtränga spannmålslager av betydligt större mäktighet än de vid detta försök förekommande. Den otillfredsställande effekten på spannmålsvivlarna i spannmålens ytligare lager får sin förklaring i de stora gasförluster, som i detta fall på grund av lokalens storlek i förhållande till spannmålslagret blevo oundvikliga. I fyllda lagringslokaler torde resutatet bli betydligt bättre; dock fordras ytterligare praktiska erfarenheter från begasningsförsök under olika förhållanden med avseende på lagringssätt och i lagringslokaler av olika typer, innan något definitivt omdöme rörande detta gasmedel kan fällas. Stora fördelar framför många andra bekämpningsmedel äro i varje fall den goda inträngningsförmågan, ofarligheten för människan, frånvaron av eld- och explosionsfara samt det enkla användningssättet. Dessa egenskaper äro oundgängliga för ett begasningsmedel, om det skall kunna tänkas få en mera allmän användning. Som en svaghet måste betecknas, att så pass stor dosering som 50 à 100 kbcm per hektoliter spannmål erfordras för att erhålla fullgod effekt på spannmålsvivlar, samt att verkningsgraden är i hög grad beroende av temperaturen. Medlets användning torde därför ej ställa sig så billig.

Silobegasning med "Areginal" och "Cartox".

Begasningsmedlet *Areginal* (tillverkare: I. G. Farbenindustrie Aktiengesellschaft, Leverkusen a. Rh.) är en vattenklar, eldfängd vätska, som vid vanlig temperatur mycket snabbt avdunstar. Gasen är tyngre än luften och har en icke oangenäm lukt. Den ger med luften en explosiv blandning, när koncentrationen uppnått 150 kbcm per kbm luft; självantändning sker först vid en temperatur över 420°. I de koncentrationer, som erfordras vid insektsbekämpning, är gasen dock icke explosiv, ej heller nämnvärt farlig att inandas för människor och husdjur. Gasmedlets verkningsgrad mot spannmålsvivlar och andra inomhusinsekter är enligt utförda försök ungefär lika med kolsvavlans.

Areginal är avsett uteslutande för silobegasning och förutsätter mycket täta siloceller av betong eller järn samt inrättandet av särskild silobegasningsanläggning. När det gäller så stora och kompakta spannmålslager, måste nämligen särskilda anordningar finnas för att pressa gasen genom desamma. Silobegasning av spannmål utföres numera särskilt i Tyskland i mycket stor omfattning; i

importhamnarna i Tyskland lär praktiskt taget all spannmål begasas före inlagringen.

I Tyskland tillverkas speciella siloanläggningar bl. a. av firmorna Miag (Dresden) och Hartmann (Offenbach a. M.). Deras anläggningar arbeta enligt följande princip (ANDERSEN, 1935): i ett slutet rörsystem, vari silocellen ingår, pressas en luftström kontinuerligt genom spannmålen och blandas samtidigt med Areginalångor från en i systemet inkopplad behållare, till dess att erforderlig gaskoncentration i spannmålen (70—100 kbcm per kbm spannmål) ernåtts, varefter gasen får verka i minst 12—14 timmar. Gasen utdrives och spannmålen luftas därefter genom att friskluft under tillräckligt lång tid pumpas genom cellen.

Det har visat sig, att begasningsanläggningar av ovan beskrivna typ ha vissa tekniska brister, som göra effekten osäker. De kunna endast användas i runda siloceller; i celler med kvadratisk sektion blir gaskoncentrationen i hörnen alltför låg. Även i runda celler uppstå f. ö. lätt vissa för gasblandningen lättare framkomliga »luftvägar» i spannmålen, särskilt mitt i cellen, vilka alltså bli alltför starkt begasade, under det att alla ytterpartier bli svårare att åtkomma.

Betydligt effektivare anses begasning kunna verkställas i silos, försedda med det likaledes tyska växellyftsystemet »Dywidag» (PUSTET, 1932). Begasningen utföres med tillhjälp av ett torknings- och luftningssystem för spannmålen. Fyra vertikala, perforerade rör leda upp genom silon; luften, vilken kan blandas med gasen, får alternerande passera genom ett av de två diagonalt motsatta rören, pressas genom spannmålen och ut genom de tre övriga rören.

Areginal ger nöjaktig effekt blott när spannmålens temperatur är någorlunda hög, minst + 15°, och spannmålens vattenhalt bör icke överstiga 15 %, enär spannmålen annars absorberar så stora gasmängder att koncentrationen blir för låg. Enligt vissa undersökningar med maltkorn är Areginal ej så ofarlig för spannmålens grobarhet, som man förut menat: redan vid en något starkare gaskoncentration än »normalt» sjönk grobarheten hos maltkorn från 94 % till 61 %. Vid direkt fuktning med Areginal dog kornet (RINGNES, 1936). Åtminstone när det gäller maltkorn och utsädesspannmål, bör Areginal fördenskull användas med stor försiktighet, så att skadan ej blir större än den av spannmålsvivlarna förorsakade.

»*Cartox*» är ett annat silobegasningsmedel, som numera fått en omfattande användning i Tyskland. Det utgör en blandning av 1 del etylenoxid och 9 delar koldioxid. Cartox levereras i stålflaskor och inblåses ur desamma direkt i den med silocellen förbundna kretsloppsapparaten. Det erfordras därför ej, såsom vid användning av Areginal, någon uppvärmning av vätskan, vadan apparaturen kan göras enklare och billigare. Cartox är fullständigt fritt från eld- och explosionsfara samt ofarligt för människan. Man räknar med 400—500 gram Cartox per ton spannmål och en inverkningstid av 14—24 timmar. Efter begas-

ningstidens slut bör spannmålen grundligt genomluftas. Även Cartox ger bästa effekten vid en temperatur i spannmålen över + 15° samt vid låg vattenhalt. Den behandlade spannmålens grobarhet skall enligt uppgift icke påverkas.

I U. S. A. har man likaledes med mycket gott resultat börjat använda en blandning av 1 del etylenoxid med 9 delar kolsyra vid silobegasningar (DEAN, COTTON o. WAGNER, 1936). Blandningen tillredes och användes på så sätt att fast kolsyra (torris) krossas i träkärl och blandas med flytande etylenoxid. Den snöliknande blandningen skyfflas i spannmålen på transportbandet i samband med silons fyllande. Vanligen räknas med en dosering av 15 kg per 1,000 bushels (36 kbm) spannmål och en behandlingstid av 8 dygn, vilket vid temperaturer mellan + 2 och + 20° visat sig ge säker effekt mot spannmålsvivlar. Någon luftning av spannmålen efteråt erfordras ej. Vid den långa behandlingstiden nedsättes spannmålens grobarhet något, dock obetydligt. Kvaliteten i övrigt skadas ej på något sätt.

c. *Pulverformiga medel.*

Även om man medelst ett gasmedel fullständigt kunnat befria lagerlokaler och spannmål från ohyra, så kvarstår alltid risken av förnyad infektion utifrån, genom nyinlagring av infekterad spannmål, genom tomsäckar etc. Så snart gasen förflyktigats, är spannmålen åter oskyddad mot angrepp. Talrika lagringslokaler äro vidare av den beskaffenheten, att framgångsrik desinfektion av desamma med gasmedel är utesluten. Att utfinna kemiska medel, som lämna ett *varaktigt* skydd för lagrad spannmål, har sedan åtskilliga år varit föremål för den praktisk-entomologiska forskningen. Därvid ha i första hand prövats olika *pulverformiga medel,* avsedda att omsorgsfullt inströs i spannmålen. Grundläggande äro de i Tyskland av ZACHER och KUNIKE för ett 10-tal år sedan utförda undersökningarna (ZACHER 1927. A, ZACHER o. KUNIKE 1931).

Till en början prövades olika *torrbetningsmedels* insektdödande verkan vid inblandning i spannmål. Enär deras giftighet uteslöt användning för annat ändamål än som skydd för utsäde, utsträcktes undersökningarna även till en rad ogiftiga pulver.

Experiment med olika kopparsalter visade, att deras toxicitet vis à vis spannmålsvivlar och andra skalbaggar måste bero på kontaktverkan, alldenstund de olösliga kopparföreningarna (karbonater och oxider) hade bättre effekt än de lösliga salterna. Eftersom finfördelat metalliskt koppar var verkningslöst, drog ZACHER den slutsatsen, att metall-ionen ej var den verksamma beståndsdelen. Experimenten utsträcktes fördenskull till ett flertal ogiftiga metallföreningar, främst karbonater och oxider av magnesium och zink. Särskilt erhöllos goda resultat med magnesiumoxid, som befanns ha kraftig insekticid verkan på bl. a. kornvivlar och dessutom är billigt och ofarligt för den behandlade spannmålen (däremot voro larver av kvarnmott motståndskraftiga).

Fortsatta undersökningar visade, att de pulverformiga medlens verkningsgrad i hög grad var beroende av luftens och spannmålens fuktighet och temperatur: ju torrare spannmål och ju högre temperatur, desto säkrare och snabbare verkan. I fuktig atmosfär hade medlen ingen effekt. Det befanns att de pulverformiga medlens dödande verkan på skalbaggarna var av rent fysikalisk art och bestod i en uttorkning av djuren (»Zacher-Effekt»). Bestoftningsmedlens rent kemiska data synas däremot vara utan inflytande på verkningsgraden. Det är alltså strängt taget oegentligt att hänföra dem till »kemiska bekämpningsmedel».

"Naaki"

»Naaki», som består av mycket finfördelat kiselsyrepulver (SiO_2), är ett bestoftningsmedel, som på senare år varit föremål för mycken uppmärksamhet i den tyska praktisk-entomologiska fackpressen. År 1936 publicerades av Germar (1936) en redogörelse för en omfattande serie försök med detta bekämpningsmedel. Resultaten av dessa försök tydde på, att ifrågavarande medel, när det omsorgsfullt inblandas i spannmål, förmår att såväl tillintetgöra kornviveln som ock att varaktigt skydda spannmålen mot förnyat angrepp. I spannmål, som inblandades med 1 vikts-% Naaki, och vari kornvivlar därefter insläpptes, dogo enl. Germar samtliga djur inom 8 dygn; vid direkt bestoftning av skalbaggarna dogo de inom 3 dygn, detta vid en relativ luftfuktighet av 40—50 % och rumstemperatur. Andra laboratorieförsök visade att kornvivelns förökning i spannmål, behandlad med ¾ eller 1 vikts-% »Naaki», var minimal, jämfört med obehandlad spannmål. Verkningsgraden berodde dock i hög grad av temperatur och luftfuktighet: vid låg luftfuktighet (torr spannmål) och hög temperatur dö skalbaggarna mycket snabbt, under det att fuktighet gör medlet verkningslöst. Även vid så pass hög rel. luftfuktighet som 85 % (motsvarande en vattenhalt i spannmålen av c:a 18 %) och en temperatur av + 10° C erhöll Germar dock 100 % dödlighet å kornvivlarna inom 11 dygn. Större praktiska försök gåvo likaledes mycket gynnsamma resultat. Bekämpningsmedlets verkningssätt förklaras av Germar på följande sätt: pulvret verkar uttorkande på insekterna, dels genom förstoring av deras kroppsyta, dels genom sin adsorptionskraft. Vidare blockerar det ytterst fina pulvret skalbaggens kroppsleder, andningsöppningar och mundelar. Genom att mundelarna göras mer eller mindre obrukbara försvåras eller förhindras såväl näringsupptagande som äggläggning. Detta förklarar, varför någon förökning och skadegörelse genom gnag icke äger rum i bestoftad spannmål. I spannmål, som redan före bestoftningen är infekterad med ägg och larver, dö spannmålsvivlarna likaledes ut utan att hinna göra nämnvärd skada, detta emedan unga, nykläckta vivlar äro särskilt känsliga för bestoftningsmedlet och omkomma innan de hunnit bli könsmogna och börja sin äggläggning.

Med ledning av sina undersökningar hävdar GERMAR, att inblandning av 1 vikts-% Naaki i spannmål är ett fullgott utrotningsmedel och ett varaktigt skyddsmedel mot såväl vivlar som andra skalbaggar. Det framhålles dock, att pulvrets verkan blir osäker, när säden lagras i lokal med mycket fuktig luft eller när säden själv har hög fuktighetshalt, men att så hög luftfuktighet (mer än 85 %) att medlet blir ineffektivt, icke i praktiken förekommer under någon längre tid.

För att vid inblandning av Naaki i spannmål hindra vivlarna att utvandra samt för att skydda spannmålspartier mot invandring av vivlar rekommenderas vidare att utlägga en 5 cm bred och 2 cm hög Naaki-vall runt spannmålen, på något avstånd, så att omskyffling ej förhindras. Insekter, som lyckas överskrida en dylik skyddsvall, dogo enligt uppgift inom några dagar. Samma effekt gör en tunn skyddsgördel av ½ m. bredd. Vidare rekommenderas att för desinficering av tomma, av vivlar infekterade lagerlokaler utströ Naaki, varvid åtgår 1 kg på 150 m² yta, och låta pulvret kvarligga minst 8 dygn.

Som ytterligare fördelar framhålles, att pulvret är absolut oskadligt för människan samt att det efter frånrensning ur spannmålen kan ånyo användas obegränsat antal gånger. Största delen av pulvret kan lätt avlägsnas genom tvättning eller putsning av den behandlade spannmålen; den kvarblivande resten hamnar vid spannmålens förmalning i kliet. Grobarheten hos spannmålen skadas icke. Nytröskad spannmål, som Naaki-behandlas, torkar hastigare än obehandlad på grund av att pulvret verkar uttorkande på sin omgivning utan att självt bli fuktigt. Likaså avledes värme hastigare ur bestoftad spannmål och mögelbildning förhindras.

Omdömena rörande »Naaki»-s praktiska användbarhet ha emellertid blivit skiftande. KUNIKE (1937) påpekar medlets ineffektivitet i fuktig luft och återger det fullständigt negativa resultatet av ett lagringsförsök med Naaki-behandlad, av kornviveln starkt angripen råg. Bland annat med ledning av KUNIKES undersökningar avgav »Das Deutsche Pflanzenschutzdienst» i dec. 1936 det omdömet om Naaki, att detta icke är tillräckligt verksamt som bekämpingsmedel mot kornvivlar i lagrad spannmål. Enligt andra uppgifter ha upprepade praktiska lagringsförsök däremot bekräftat medlets användbarhet.

Enär det måste anses vara av stor betydelse att få detta bekämpningsmedels användbarhet klarlagd, ha vid växtskyddsanstalten en serie undersökningar häröver utförts. Resultatet av dessa skall i korthet återges.

För att studera verkningsgraden vid olika temperatur och luftfuktighet iordninggjordes glasburkar med vardera 100 gr. vete i ett c:a 2 cm tjockt lager, noggrant inblandat med 1 vikts-% Naaki. I varje burk insläpptes 100 kornvivlar. Burkarna förvarades därefter i termostater vid konstanta temperatur- och fuktighetsförhållanden. För varje temperatur- och fuktighetskombination användes två försökskärl och två kontrollkärl med insekter i obehandlat vete. Dessa försök gåvo till resultat, att spannmålsvivlarna i bestoftat vete dogo inom 3 veckor

vid en relativ luftfuktighet av 45—55 % och inom något mer än 2 månader vid en luftfuktighet av 70—75 %, detta vid en temperatur av såväl 17—19° C som 15—16° C. Gnagskadornas omfattning var i bestoftat vete genomgående mycket obetydlig jämfört med obehandlat vete.

Genom kläckningskontroll kunde fastslås, att någon äggläggning icke ägde rum i bestoftad spannmål, som förvarades vid den lägre luftfuktigheten av 45—55 %. Däremot lades en del ägg vid den högre fuktighetsgraden, dock i ringa omfattning jämfört med äggläggningsfrekvensen i obehandlad spannmål.

För att undersöka pulvrets effekt vid bestoftning av spannmål, som redan var infekterad med ägg och larver, iordninggjordes tre glasburkar med vardera 100 gr. infekterade vetekärnor. I två av skålarna blandades vetet med 1 vikts-% Naaki, under det att vetet i den tredje burken lämnades obehandlad såsom kontroll. Skålarna förvarades orörda vid rumstemperatur och undersöktes efter 3½ månaders tid. I den obehandlade kontrollen funnos därvid 44 levande och 165 döda vivlar. I burkarna med bestoftat vete funnos däremot endast döda insekter, resp. 165 och 254.

För att i något större skala pröva medlets verksamhet blandades 2,2 kg. vete (vattenhalt 13,5 à 14 %) med 1 vikts-% Naaki; omkring 400 kornvivlar insläpptes i vetet, vilket därefter ytterligare omblandades samt östes i en påse av jutevävs. Påsen förvarades vid rumstemperatur och en relativ luftfuktighet av c:a 40—50 %, och innehållet undersöktes tid efter annan. Effekten på vivlarna blev rätt obetydlig, ty ännu efter 3½ månaders tid fanns i vetet ett 30-tal levande insekter.

Att som skydd mot invandring och angrepp av kornvivlar omgiva spannmålspartier med en Naaki-vall synes icke vara av någon större nytta, att döma av följande försök: I vardera av tvenne trälådor iordninggjordes en sluten vall av Naaki med en bredd av c:a 5 cm. och en höjd av c:a 2½ cm. Inre kanten tilltrycktes så att den bildade en lodrät vägg. På den c:a 1 kvdm stora ytan innanför vallen insläpptes omkring 300 kornvivlar. Utanför vallen ställdes en låg glasskål med vete. Inom något dygn hade flertalet skalbaggar lyckats överskrida vallen och krupit in i spannmålen. Denna angreps fullt »normalt», och ännu efter 3 månaders tid funnos i densamma ett antal levande vivlar, trots den låga luftfuktigheten (i en samtidigt iordninggjord kontrollåda utan Naaki men försedd med en lika stor kvantitet vete som försökslådorna och förvarad i samma rum, voro samtliga skalbaggar efter 3 månader döda!).

Dessa försök synas sålunda bekräfta den av KUNIKE hävdade åsikten att Naaki icke är ett praktiskt användbart bekämpnings- eller skyddsmedel mot spannmålsvivlar, åtminstone i fyllda lagerlokaler. Möjligen kan pulvret med större framgång användas för utrotande av insekterna i tomma lokaler, enär laboratorieförsöken visa att bestoftade insekter, som ej ha någon tillgång till näring, i regel dö inom några få dagar. Några erfarenheter från praktiken föreligga emellertid ännu ej.

Betningsmedel.

Bekant är, att betad spannmål under lång tid kan lagras utan att säden tager skada med avseende på grobarheten och utan att infektion av parasitsvampar behöver riskeras. För torrbetad säd är ett års lagringstid oskadlig, förutsatt att säden är någorlunda torr. Även fuktbetad säd kan emellertid, bland annat enligt av ZIMMERMAN (1932) utförda undersökningar, länge bibehålla sin ursprungliga grobarhet: trots en av betningsvätskan (i detta fall 2 %-ig Germisanlösning) förorsakad stegring i vattenhalten, från respektive 11 %, 13,5 % och 16 % till 14 %, 16 % och 19 %, var grobarheten hos vete ännu efter 3 månaders lagring lika hög. Genom fuktningen sker nämligen en desinfektion av säden, som förhindrar framtida mögelbildning trots den stegrade vattenhalten. Under sådana förhållanden borde ju torr- eller fuktbetning av utsädesspannmål kunna bli ett ytterst värdefullt sätt att skydda densamma mot skadegörelse genom spannmålsvivlar eller andra insekter förutsatt att betningsmedlen besitta tillräckligt kraftig insekticid verkan. ZACHER (1927. A) har genom en serie laboratorieförsök visat, att torrbetningsmedel kunna verka hastigt dödande på kornvivlar samt även skydda spannmål mot gnagskador och äggbeläggning. Hans undersökningar voro emellertid ofullständiga och utfördes i alltför liten skala för att medgiva något bestämt omdöme rörande betningsmedlens praktiska användbarhet mot skadeinsekter.

År 1937 utfördes fördenskull vid växtskyddsanstalten en serie försök i något större skala, för vilken i det följande skall lämnas en närmare redogörelse.

Våren 1937 infekterades ett parti korn med fusarium och uppdelades därefter på olika poster, vilka betades med nio olika betningsmedel. Det betade kornet fylldes i jutepåsar à 8 kg., två påsar för varje betningsmedel. Dessutom ifylldes tvenne påsar med obetat korn. Den 1 juni insläpptes i var och en av de 20 påsarna 500 korn- och risvivlar, varefter påsarna under sommaren förvarades i en uthusbyggnad, där temperaturen var i det närmaste lika med yttertemperaturen.

I början av september, alltså efter 3 månaders tid, sållades samtliga kornsäckar omsorgsfullt och bestämdes antalet lev. resp. döda vivlar, varefter kläckningsprover uttogos för fastställande av äggläggningsfrekvensen och förvarades vid rumstemperatur. Resultatet framgår av tabell XI.

Kornets vattenhalt den $^1/_6$ samt den $^5/_9$ var följande:

Obetat	12,6—13,6 %
Tutan	13,3—12,9 %
Uspulun f.	11,2—12,9 %
Uspulun $^1/_8$	—13,7 %

Som av tabellen framgår äro våtbetningsmedlen ineffektiva mot spannmålsvivlarna. I med Uspulun våtbetat korn har insekternas förökning till och med

varit betydligt kraftigare än i det obetade kornet. Beträffande fuktbetningsmedlen har som synes Uspulun snarast stimulerat till en ännu kraftigare förökning av skadeinsekterna. I korn, fuktbetat med Gefa eller Abavit, har insekternas dödlighet däremot varit hög och förökningen samt skadegörelsen genom gnag ytterst obetydlig.

Av torrbetningsmedlen äro Tutan och Abavit Neu fullt effektiva som skydds- och bekämpningsmedel mot vivlarna. Samtliga insekter, som efter betningen

Tabell XI. *Spannmålsvivlarnas utveckling i betat korn.*

Betningsmedel	Antal påträffade vivlar den 5/9			Kläckta 5/9—14/10	
	levande	döda	Summa	pr liter korn	Ur hela provet (approx.)
Obetat	1060	50	1110	44	352
»	640	50	690	124	992
Tutan 200/100	0	480	480	0	0
» »	0	465	465	0	0
U. T. 1875 B 200/100	9	435	444	0	0
» » »	21	450	471	2	16
Abavit-Neu 200/100	0	450	450	0	0
» »	0	465	465	0	0
Germisan ⅛ %	200	350	550	9	72
» »	250	325	575	7	56
Uspulun ⅛ %	1650	50	1700	144	1152
» »	1710	40	1750	164	1312
Abavit ⅛ %	257	333	590	7	56
» »	134	300	434	5	40
Gefa 2,5 %	100	368	468	3	24
» »	76	400	476	4	32
Uspulun f. 2,5 %	1370	100	1470	136	1088
» »	1400	100	1500	82	656
Abavit f. 2,5 %	92	411	503	4	32
» »	141	415	556	5	40

insläpptes i kornet, dogo utan att föröka sig. Torrbetningsmedlet U. T. 1875 B (Uspulunpuder) är något osäkrare i sin verkan på insekterna, av vilka några procent visade sig kunna fortleva i det betade kornet, dock utan förökning.

Av dessa försök kan den slutsatsen dragas, att torrbetning med Tutan eller Abavit är ett fullt effektivt sätt att under

lång tid skydda utsädesspannmål mot angrepp av vivlar, likaså att utrota i spannmålen redan befintlig ohyra. (Laboratorieförsök ha visat, att råg, som betats med Tutan, ännu 6 månader efter betningens utförande är skyddat mot infektion utifrån av kornvivlar). Utsäde av vete och råg, som skall lagras i en infekterad lokal över sommaren, kan fördenskull t. ex. redan tidigt på eftervintern torrbetas, innan insekterna hunnit bli aktiva. Torrbetningens fungicida verkan i den betade säden förminskas ej under lagringstiden (ett torrbetningsmedels verkan utlöses först i jorden), och förnyad betning före sådden är fördenskull icke erforderlig.

III. Zusammenfassung.

Der Kornkäfer (*Calandra granaria* L.) und der Reiskäfer (*Calandra oryzæ* L.) gehören in Schweden zu den wichtigsten Schädlingen des lagernden Getreides. Die erstgenannte Art soll zum erstenmal in der Mitte des 18. Jahrhunderts ins Land gebracht worden sein und ist seitdem hier ansässig gewesen. Sie kommt allgemein in den südlichen Teilen des Landes vor, und ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich bis in die Gegend von Stockholm. Der Reiskäfer wird jährlich mit Reis-, Mais- und Getreidesendungen eingeschleppt und kann während der Sommermonate grossen Schaden anrichten, stirbt aber aus, wenn die kältere Jahreszeit eintritt.

I. Die Biologie des Korn- und Reiskäfers.

Die Abhängigkeit der *Entwicklungszeit* von der *Temperatur* geht aus folgenden Angaben hervor, die sich auf den Kornkäfer, *Cal. granaria,* beziehen:

kürzeste Entwicklungszeit bei Temperatur von	27° C. =	29 Tage
» » » » »	23,5° C. =	38 »
» » » » »	14—16° C. =	113 »

Aus dem Diagramm 1. geht hervor, dass die Entwicklungszeit nicht proportional der steigenden Temperatur, sondern progressiv abnimmt.

Der *Feuchtigkeitsgehalt* des Getreides hat keine so grosse Einwirkung auf die Entwicklungszeit. In sehr trockenem Getreide wird jedoch die Entwicklungszeit erheblich verlängert.

Die *Paarung* geschieht beim Kornkäfer schon bei einer Temperatur von + 12° C., beim Reiskäfer bei 12.5° C. Man hat beobachtet, dass der Kornkäfer seine Eier ins Getreide nicht ablegt, wenn dessen Temperatur unter + 13° C. liegt, während der Reiskäfer erst einzelne Eier abzulegen beginnt, wenn die Temperatur + 14° C. erreicht.

Die Dauer der *Präovipositionsperiode* beträgt beim Kornkäfer bei

Temperatur von + 25° C. bis 5 Tage.
» » 16—18° C. bis 20—25 Tage.
» » 12,5—14,5° C. bis 70—80 Tage.

Beim Reiskäfter dauerte die Präovipositionsperiode bei einer Temperatur vom + 25° C. bis 4 Tage und bei 16—18° C. bis 10 Tage. Bis mitte September ist in der Regel die Temperatur in den südlicheren Teilen Schwedens so hoch, dass auch die im Spätsommer ausgeschlüpften Kornkäfer zur Eiablage reif werden können vor dem Eintritt der Winterkälte.

Es wurden Untersuchungen angestellt über *den Mindestgehalt an Wasser im Getreide, der den Korn- und Reiskäfern Leben und Fortpflanzung ermöglicht.* Es erwies sich, dass dieser Mindestgehalt bei 10 % oder einwenig darunter liegt. In Weizen mit einem Wassergehalt von 9,9 % vermehrten sich die Insekten bei Zimmertemperatur recht stark, aber bei 9,5 % starben sie bald, und eine Vermehrung fand praktisch genommen nicht statt (Tab. I).

Untersuchungen über die *Reihenfolge,* in der die Käfer bei freier Wahl und gleichem Wassergehalt die vier gewöhnlichen Getreidearten (Weizen, Roggen, Gerste und Hafer) zwecks Ernährung und Eiablage vorziehen, zeigten, wie aus der Tabelle III hervorgeht, dass der Kornkäfer mindestens ebenso gern seine Eier in Gerste wie in Weizen legt und diese beiden Getreidearten dem Roggen vorzieht. Ungeschälter Hafer wird bei Gegenwart anderer Getreidearten gar nicht mit Eiern belegt. Der Reiskäfer zog zur Eiablage den Roggen sowohl dem Weizen als auch den übrigen Getreidearten vor. Die umfassendsten Schäden durch Benagung wies der Weizen auf. Weiche Weizensorten werden stärker als harte (sogenannte Glasweizen) angegriffen. Bezüglich des Hafers gilt für beide Calandra-Arten, dass sie in ihm nur leben und sich entwickeln können, wenn sein Wassergehalt abnorm hoch ist.

Die *Widerstandskraft gegen Hunger* beider Arten, und zwar des Kornkäfers, ist bedeutend, falls nur die Luftfeuchtigkeit einigermassen hoch ist. Tabelle IV. gibt eine Zusammenstellung der längsten Zeiten, während welcher die Arten ohne Nahrung bei verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitskombinationen fortleben können. Aus diesen Zahlen geht hervor, dass wenigstens der Kornkäfer während eines ganzen Sommers in einem völlig leeren Magazin leben könnte, um darauf im Nachsommer neugedroschenes und neugelagertes Getreide anzugreifen. Als Beispiel kann erwähnt werden, dass in einem grösseren Getreidemagazin, welches wegen schwerer Infektion mit Kornkäfern im Februar 1936 vollständig geleert und gereinigt worden war, 1½ Jahre später Massen von lebenden Kornkäfern angetroffen wurden. Übrigens bleiben auch bei der genauesten Reinigung stets Getreidereste nach, die während einer langen Zeit einen bedeutenden Käferbestand am Leben erhalten können.

Es ist ferner beobachtet worden, dass Kornkäfer selbständig ausser dem Hause aus einem Magazin in ein anderes nahegelegenes hinüberwanderten, wenn die Lebensbedingungen am früheren Wohnort aus irgendwelcher Veranlassung ungünstig wurden.

Hinsichtlich *der Eiablage der Käfer in Getreidehaufen* deuten die ausgeführten Versuche darauf hin, dass die Ablage in bedeutender Tiefe geschehen kann, obgleich die Mehrzahl der Eier in den äusseren Schichten bis etwa 20—25 cm Tiefe abgelegt werden (Tabelle V.).

In gesacktem Getreide leben und vermehren sich die Käfer völlig normal. Die durch die Anwesenheit der Schädlinge im Getreide hervorgerufene *Temperatursteigerung* kann bisweilen so bedeutend werden, dass man sie aussen an den Säcken fühlen kann. In Kornkäferkulturen, die in Zimmertemperatur von ungefähr + 20° C. gehalten wurden, ist eine Temperatur von 33° C. gemessen worden.

Hinsichtlich der *Widerstandskraft gegen Wärme* zeigten die ausgeführten Versuche, dass sowohl vollentwickelte Käfer als auch alle unentwickelte Stadien sterben in Temperaturen von

+ 55° C.	innerhalb	½ Stunde
+ 48—50° C.	»	¾ »
+ 45° C.	»	3½ »

Bezüglich ihrer *Widerstandskraft gegen niedrige Temperaturen* sei daran erinnert, dass die Getreiderüssler in unserer Fauna Fremdlinge sind und dass ihre Anpassung an die klimatischen Verhältnisse unseres Landes nicht stattgefunden hat. Es wurde schon erwähnt, dass der Reiskäfer regelmässig im Herbst ausstirbt. Der Kornkäfer besitzt eine bedeutend grössere Widerstandskraft gegen Kälte, kann jedoch nirgends in unserem Lande einen Winter überleben, wenn er einer Temperatur gleich der im Freien oder einer etwas höheren ausgesetzt wird. Ausgeführte Versuche haben gezeigt, dass langsam eintretende Kälte keineswegs »abhärtend» auf den Kornkäfer wirkt und dass die unausgebildeten Entwicklungsstadien empfindlicher gegen Kälte sind, als die Imagines. Bei einer Temperatur von + 4,5° C. starben sämtliche nicht voll ausgebildeten Stadien binnen 70 Tagen. Die Imagines lebten mehr als 100 Tage. Bei einer Temperatur von — 2° C. starben bis 100 % der Eier des Kornkäfers binnen 20 Tagen, während die Imagines bis 40 Tage leben können (Tabelle VI).

Um die Widerstandskraft der Insekten gegen Kälte näher zu studieren unter Bedingungen, die ungefähr den zur kalten Jahreszeit in Getreidemagazinen herrschenden entsprechen, wurden in den Wintern 1936—1937 und 1937—1938 Kulturen von Korn- und Reiskäfern in nicht erwärmtem Raum beim Experimentalfältet (nahe bei Stockholm) gehalten. Auch die in gefüllten Getreidesäcken vorhandenen Kornkäfer starben in beiden Wintern binnen höchstens zweier Monate. Die Temperaturverhältnisse der Winter 1936—37 und 1937—38 ergeben

sich aus den Diagrammen 3. und 4. (die Beobachtungszeit umfasste im ersten Winter die Periode 19. Dec. bis. 4. März, im zweiten vom 13 Nov. bis 10 Jan.). Die Temperatur im Raum war in der Regel etwas höher als die Aussentemperatur.

Ein Studium der Temperaturverhältnisse während der Wintermonate in verschiedenen Teilen Südschwedens (Tab. VII und VIII) verglichen mit den in der Tabelle VI angegebenen Erfahrungen über die Kältefestigkeit der Käfer zeigt, dass der Kornkäfer in unerwärmten Lagerräumen, deren Temperatur die Aussentemperatur nur wenig übersteigt, nur in seltenen Fällen den Winter überleben kann. Temperaturmessungen in einem freistehenden Getreidespeicher von dem auf dem Dorfe gewöhnlichen Typus zeigten, dass der Unterschied in der Lufttemperatur in und ausser dem Hause sehr unbedeutend ist (Diagramm 5.). Der Kornkäfer überwintert also nur in Räumen, wo die Temperatur wesentlich höher ist als in der Aussenluft z. B. dort, wo grosse Getreidemassen lagern, in welche die Winterkälte nicht eindringen kann, und in Speichern, die über Tierställen oder Wohnräumen gelegen sind usw. (die letztgenannten sind in Südschweden sehr gewöhnlich).

II. Vorbeugungs- und Bekämpfungsmassnahmen.

1. Allgemeine Massnahmen.

Die allgemeinen Massnahmen zur Bekämpfung der Insekten sind verschiedenartig: a. Behinderung der Vebreitung der Insekten; b. bautechnische Massnahmen und Reinhaltung; c. lagerungstechnische Massnahmen.

a) Hinsichtlich der *Verbreitung* der Insekten hat sich gezeigt, dass gebrauchte, leere Säcke ein sehr gewöhnliches Verbreitungsmittel sind. Ihre Desinfektion geschieht durch Erwärmen bis auf + 60—70° C. während ein paar Stunden im Ofen, in einer Dörrtrommel oder sonstwie, oder auch mittels Schwefelkohlenstoff bezw. anderer Begasungsmitteln i luftdichtem Begasungsraum oder Behälter. Die Verwendung stets neuer Papiersäcke bei Transport von Getreide usw. dürfte die Gefahr für Verbreitung solchen Ungeziefers wesentlich verringern. Wichtige Verbreiter desselben sind nach den ausgeführten Untersuchungen die sog. Zollmühlen (tullkvarnar), welche von verschiedenen Höfen der Umgegend Getreide zum Vermahlen erhalten.

Es wäre zu wünschen, dass die Desinfektion von Getreide usw. bereits im Einfuhrhafen geschehen könnte, so dass keine infizierten Sendungen solcher Ware abtransportiert und auf etliche Lagerräume verteilt würden.

b) Die zu empfehlenden *bautechnischen Massnahmen* haben zum Ziel, den Insekten die Möglichkeit, sich zu verstecken, zu nehmen und Reinhaltung wie Desinfektion zu erleichtern. Glatte und ebene Wand- und Bodenflächen sind

erwünscht, Paneele usw. sollen möglichst nicht angebracht werden. Für die Reinigung gibt es heute starke Industrie-Staubsauger, die speziell zur Bekämpfung der Schädlinge hergestellt werden.

c) Zu den *Lagerungstechnischen* Massnahmen gehört das Aufbewahren des Getreides bei möglichst niedriger Temperatur und geringem Wassergehalt und sorgfältige Reinigung. Mittels einer mit Sieb und Gebläse versehenen Reinigungsmaschine (z. B. einem Aspirator) kann man praktisch genommen aus infiziertem Getreide alle voll ausgebildeten Käfer und dazu noch, wie unsere Versuche in der Praxis zeigen, einen bedeutenden Teil der die Puppen und grösseren Larven enthaltenden Körner entfernen.

Die Lagerung von Getreide in Jutesäcken, die innen mit Papier (schwedischem Kraftpapier) gefüttert sind, das mittels geruchlosem Asphalt dem Sackgewebe angepresst ist, bildet nach den ausgeführten Versuchen einen effektiven Schutz gegen die Angriffe der Käfer. Solches Sackgewebe ist freilich kein undurchdringliches mechanisches Hindernis für die Käfer, die sich aus den mit Getreide gefüllten Säcken herausbohren können, aber es hindert die Insekten doch von aussen einzudringen.

Da die Getreidekäfer binnen kurzer Zeit in Weizen sterben, der in luftdicht verschlossenem Behälter aufbewahrt ist, dürfte die Lagerung von Getreide in luftdichten Silos ein wirksames Mittel zu ihrer Vernichtung sein. Praktische Erfahrungen hierüber liegen indessen aus unserem Lande noch nicht vor.

2. Direkte Bekämpfungsmethoden.

Die Mittel zur direkten Bekämfung können in *physikalische und chemische* eingeteilt werden.

A. Unter den *physikalischen Bekämpfungsmitteln* sind in erster Linie *Wärme* und *Kälte* praktisch verwendbar. Hinsichtlich der Wärmebehandlung von infiziertem Getreide haben die ausgeführten Versuche erwiesen, dass die Wärme in Säcke und locker gelagertes Getreide sehr langsam eindringt. In Kornsäcken von 100 Kg, die in Wärmekammer bei einer Temperatur von 60 bis 70°C verwahrt waren, war die Temperatur in 10 cm Tiefe nach 10 Stunden von + 24° C nur auf 30° C gestiegen und betrug in 20 cm Tiefe unverändert 24° C. In der zuletzt erwähnten Tiefe wurde die Temperatur von 30° C erst nach 24 Stunden erreicht. Korn- und Reiskäfer, bedeckt von nur 1 cm dicker Körnerschicht, lebten noch nach 1½ Stunde, und in 2 cm Tiefe lebten einige Käfer noch nach 20 Stunden (ungeschützte Käfer starben bei + 60° C bereits nach einigen Minuten). Erst nach 2½ Tagen war die Temperatur mitten im Kornsack bis auf 46—47° C gestiegen.

Eine praktisch verwendbare Methode, mittels Wärmebehandlung infiziertes Getreide zu desinfizieren, gewähren uns die Dörrapparate zum Austrocknen von

Getreide bei verhältnismässig hohen Temperaturen (Vacuum- und Warmlufttrockner), die nunmehr allgemein in Lagerhäusern, Mühlen und Brauereien verwendet werden. Besonders das Trocknen im Vacuum ist nach den ausgeführten Versuchen ein sehr effektives Mittel zur Tötung sowohl der Korn- und Reiskäfer als auch aller ihrer Entwicklungsstadien und anderer schädlicher Insekten. Die Eier erwiesen sich als mehr widerstandsfähig gegen die Vacuumtrocknung als die übrigen Entwicklungsstadien der Käfer; bei einer Trockentemperatur von + 44° C wurden auch sie restlos getötet, in der normalen Zeit von 2½ Stunden und bei einem Luftdruck von 70 mm. Alles Getreide sollte, wenn es sich als infiziert erwiese, vor der Lagerung den Dörrapparat passieren.

Bekämpfungsversuche mit den Getreiderüsslern in leeren Lokalen mittels eines transportablen Wärmedesinfektionsapparates (»Thedeco») haben hoffnungsvolle Resultate ergeben.

Eine für Schweden natürliche Getreidelagerungsmethode ist die kühle Lagerung. Rationelle Kühlung des Getreides in der kalten Jahreszeit bewirkt nicht nur eine *Behinderung* der Schädigungen von Getreiderüsslern, sondern auch ihre völlige *Ausrottung*. Die Tabelle X gibt Temperaturen von in Holzsilos lagerndem Getreide an.

B. Die *chemischen Bekämpfungsmittel* können eingeteilt werden in a. Bespritzungs- und Bestreichungsmittel; b. Begasungsmittel; c. pulverförmige Mittel.

a. Die *Bespritzungsmittel* dienen hauptsächlich zur Desinfektion leerer Lagerräume und wirken ausschliesslich als Kontaktmittel. Bakterientötende Mittel, z. B. Lysol-, Chlorkalk- und Formalinlösungen, die oft bei Desinfektion von Getreidemagazinen verwendet werden, sind gegen die Getreiderüssler wirkungslos. Verschiedene Handelspräparate haben sich bei der Prüfung untauglich oder minderwertig erwiesen. Das deutsche »Grodyl» hat sich, wie die praktische Erfahrung zeigt, als nicht besonders wirksam erwiesen. Die besten Effekte geben diejenige Bespritzungsflüssigkeiten, die Mineralöle enthalten.

Die Schwäche aller Bespritzungsmittel ist, dass es oft unmöglich ist, mit ihnen die Verstecke der Insekten zu erreichen.

b. Unter den *Begasungsmitteln* hat sich der *Cyanwasserstoff* als sehr effektiv erwiesen als Mittel gegen die Getreiderüssler, was sich aus praktischen Untersuchungen bei Begasung mehrerer grosser Lagerräume ergab. Hinsichtlich des Durchdringungsvermögens in Getreidelagern zeigte sich, dass der Cyanwasserstoff volle Kornsäcke zu 100 Kg vollständig durchdringen und in ihnen mitten darin untergebrachte Versuchstiere, u. a. Getreiderüssler in allen Entwicklungsstadien, restlos töten kann, und zwar in einer Konzentration von 1,2 Volum-% in 48 Stunden bei einer Temperatur des Getreides von + 25° C. In auf dem Boden lose gelagertes Getreide war das Gas nach 8 Tagen nicht tiefer als 25

bis 30 cm weit eingedrungen. Die Cyanwasserstoffbegasung in einem Speicher, der 40,000 Säcke mit Reis enthielt und mit Reiskäfern infiziert war, gab bei 10-tägiger Behandlung und einer Temperatur von + 30° C mit einer Gaskoncentration von 1,2 Volum-% ein 100 %-iges Resultat.

Zur Desinfektion tieferer Getreideschichten können »schwere» Gase verwendet werden, also leichtflüchtige Flüssigkeiten, die ein Gas bilden, das schwer genug ist, um von oben her das Getreide durchzudringen. Ein solches seit lange schon verwendetes Gasmittel ist der *Schwefelkohlenstoff*. Die Übelstände bei der Anwendung dieses Gases, Feuer- und Explosionsgefahr, bewirkten, dass man schon seit Jahren nach neuen, geeigneteren Begasungsmitteln sucht. Hoffnungsvolle Resultate hat dabei das *Äthylenchlorid* ergeben, welches gemischt mit Kohlentetrachlorid im Volumverhältnis 3 : 1 ein nicht explosives, schweres Gas liefert. Nach Desinfektion von Weizen in luftdichtem Behälter bei einer Temperatur von + 20° C und einer Dosis von 50 Kbcm je Hektoliter Getreide war das Ergebnis annähernd 100 % tote Korn- und Reiskäfer.

Das *Trichloräthylen* ist von grossem Wert als Beimischung zu anderen für Insekten giftigeren Flüssigkeiten, da hierdurch feuersichere und für Menschen ziemlich ungiftige Begasungsmittel erlangt werden. Das Begasungsmittel »*Vesfume*», dessen Hauptbestandteil Trichloräthylen ist, hat sich bei Laboratoriumsversuchen und in der Praxis als ein gegen die Getreiderüssler geeignetes Begasungsmittel erwiesen. Die Larven und Eier der Kornmotte (Tinea granella L.) und der Mehlmotte (Ephestia Kühniella ZELL.) zeigten sich gegen dieses Begasungsmittel noch empfindlicher zu sein als die Rüssler.

Für *Silobegasung* gibt es Silobegasungsanlagen von verschiedenen Konstruktionen. Das deutsche Wechselluftsystem »Dywidag» ist nach mehreren Autoren sehr effektiv. Als Mittel bei Silobegasungen werden *Areginal* und *Äthylenoxyd* verwendet, das letztere mit Kohlendioxyd im Verhältnis 1 : 9 (»Cartox») gemischt. Bei Verwendung von Areginal zur Desinfektion von Malzgerste oder Saatgut ist Vorsicht geboten, da eine die »Norm» übersteigende Dosierung erfahrungsgemäss die Keimfähigkeit des Getreides stark herabsetzt. Bei direkter Befeuchtung des Kornes mit Areginal stirbt dasselbe.

c. *Pulverförmige Mittel* als *dauerhafter* Schutz für das Getreide durch Vermischung mit demselben, sind seit etlichen Jahren besonders in Deutschland erprobt worden. Sie scheinen jedoch keine grössere praktische Bedeutung erlangt zu haben. Die mit »*Naaki*», einem fein verteilten Kieselsäurepulver (SiO_2), angestellten Versuche haben gezeigt, dass es nicht anders als nur in trockener Luft genügend wirksam ist und deshalb kaum eine grössere praktische Bedeutung erlangen kann. *Trockenbeizmittel* haben sich als völlig effektive Schutz- und Ausrottungsmittel gegen die Getreiderüssler im Saatgut erwiesen. Die Ergebnisse der mit verschiedenen Beizmitteln ausgeführten Versuche werden in der Tabelle XI wiedergegeben.

Litteratur.

ANDERSEN, K. T. 1934. Biologie des Kornkäfers. Nachrichten über Schädlingsbekämpfung, Nr. 3. Leverkusen.

—»— 1935. A. Versuche zur Fortpflanzung des Kornkäfers. Mitteilungen der Ges. für Vorratsschutz, Nr. 1. Berlin.

—»— 1935. B. Vorbeugungs- und Bekämpfungsmassnahmen gegen den Kornkäfer. Nachrichten über Schädlingsbekämpfung, Nr. 4. Leverkusen.

—»— 1936. Wie prägt sich der verschiedene Lebensraum der Freiland- und Vorratschadinsekten in ihrem biologischen Verhalten aus? Nachrichten über Schädlingsbekämpfung, Nr. 4. Leverkusen.

BABEL, A. 1932. Die Bekämpfung des Kornkäfers mit Oxyden. Mitteilungen der Ges. für Vorratsschutz, Nr. 1. Berlin.

BACK, E. A. o. COTTON R. T. 1924. Relative Resistance of the Rice Weevil and the Granary Weevil to high and low Temperatures. Journ. of agric. Research, No. 10. Washington.

—»— 1926. A. The Granary Weevil. U. S. Department of Agric. Department Bulletin No. 1393. Washington.

—»— 1926. B. Control of Insect Pests in stored Grain. U. S. Department of Agric. Farmers Bull. No. 1483. Washington.

BACK, E. A. COTTON, R. T. o. ELLINGTON, G. W. 1930. Ethylene Oxide as a Fumigant for Food and other Commodities. Journ. of Econ. Entom., No. 1. Geneva, N. Y.

BODENHEIMER, F. S. 1927. Über die ökologischen Grenzen der Verbreitung von Calandra oryzae L. und Calandra granaria L. Zeitschr. für wissenschaftl. Ins-Biologie, Bd. XXII. Berlin—Hermsdorf.

COLE, F. J. 1906. The Bionomics of Grain Weevils. Journ. of Econ. Biology I. London.

COTTON, R. T. 1920. Rice Weevil. Journ. of agric. Research, Vol. XX. No. 6. Washington.

—»— 1921. Four Rhynchophora attacking Corn in Storage. Journ. of agric. Research, Vol. XX, No. 8. Washington.

—»— 1923. Aplastomorpha vandinei, an important Parasite of Sitophilus oryzae. Journ. of agric. Research, Vol. XXIII, No. 7. Washington.

COTTON, R. T. o. ROARK, R. C. 1927. Ethylene-Dichloride-Carbon Tetrachloride Mixture; a new non-burnable, non explosive Fumigant. Journ. of Econ. Entom. Geneva, N. Y.

DEAN, G. A. 1913. Further Data on Heat as a Means of controlling Mill Insects. Journ. of Econ. Entom., Vol. VI. Geneva, N. Y.

DEAN, G. A., COTTON, R. T. o. WAGNER, G. B. 1936. Flour Mill Insects and their Control. U. S. Dept. of Agric., Circ No. 390. Washington.

DENDY, A. o. ELKINGTON, H. D. 1918—1920. Report on the Effect of airtight Storage upon Grain Insects. Rept. Grain Pests (War) Committee, Royal Society, London. No. I, 1919; No. II, 1919; No. III, 1920. London.

VAN EMDEN, F. 1929. Über die Rolle der Feuchtigkeit im Leben der Speicherschädlinge. Anzeiger für Schädlingskunde, 5. Berlin.

FRICKHINGER, H. W. 1918. Blausäureraucherung im Dienste der Mehlschädlingsbekämpfung. Zeitschr. für angew. Entom., Heft 2. Berlin.

—»— 1933. Gase in der Schädlingsbekämpfung. Flugschr. der Deutsch. Ges. für angew. Entom., Nr. 13. Berlin.

GERMAR, B. 1936. Versuche zur Bekämpfung des Kornkäfers mit Staubmitteln. Zeitschr. für angew. Entom., Heft 4, Berlin.

GRAY, G. P. o. KIRKPATRICK, A. F. 1929. The protective Stupefaction of certain Scale Insects by Hydrocyanic Acid Vapors. Journ. of Econ. Entom. Geneva, N. Y.

Hinds, W. E. o. Turner, W. F. 1911. Life History of the Rice Weevil (Calandra oryzae L.) in Alabama. Journ. of Econ. Entom. Geneva, N. Y.

Kleine, R. 1929. Der Kornkäfer im lagernden Getreide. Zeitschr. für angew. Entom., Nr. 1. Berlin.

Kunike, G. 1937. Beiträge zur Lebensweise und Bekämpfung des Kornkäfers, Calandra granaria L. (Curculionidae). Zeitschr. für angew. Entom. Berlin.

Lindgren, D. L. 1935. The Respiration of Insects in Relation to the Heating and the Fumigation of Grain. Techn. Bull. Minn. Agric. Exp. Sta. No. 109. St. Paul, Minn.

Mackie, D. B. o. Carter, W. B. 1937. Pest Control in rural Warehouses and suggested Improvements. Bull. Dept. of Agric., State of Calif., Vol. XXVI, No. 3. Sacramento, Calif.

Mansbridge, G. H. 1936. A Note on the Resistance to prolonged Cold of some Insect Pests of stored Products. The Proceed. of the Royal Entom. Soc. of London, Ser. A, Vol. 11. London.

Müller, K. 1928. Beiträge zur Kenntniss des Kornkäfers. Zeitschr. für angew. Entom. Berlin.

Neifert, I. E., Cook, F. C., Roark, R. C., Tonkin, W. H., Back, E. A. o. Cotton, R. T. 1925. Fumigation against Grain Weevils with various volatile organic Compounds. U. S. Dept. of Agric., Dept. Bull. No. 1313. Washington.

Pepper, J. H. o. Strand, A. L. 1935. Superheating as a Control for Cereal-Mill Insects. Bull. Montana Agric. Exp. Station, No. 297. Bozeman, Mo.

—»— 1935. The Importance of Surface Temperatures in Heat Sterilization. Journ. of Econ Entom., No. 1. Geneva, N. Y.

Peters, G. 1933. Blausäure zur Schädlingsbekämpfung. Sammlung chem. und chem-techn. Vorträge, Heft 20. Stuttgart.

Peters, G. o. Ganter, W. 1934. Zur Frage der Abtötung des Kornkäfers mit Blausäure. Zeitschr. für angew. Entom. Berlin.

—»— 1935. Kornkäferbekämpfung mit Blausäure und Äthylenoxyd. Zeitschr. für das gesamte Getreide-, Mühlen- und Bäckereiwesen, Nr. 8/9. Berlin.

Peters, G. 1936. Chemie und Toxikologie der Schädlingsbekämpfung. Sammlung chem. und chem.-techn. Vorträge, Heft 31. Stuttgart.

—»— 1937. Fortschritte der Schädlingsbekämpfung mit Giftgasen. Zeitschr. für das gesamte Getreide-, Mühlen- und Bäckereiwesen, Nr. 8/9. Berlin.

Potter, C. 1937. Fumigation of empty Warehouses. The Annals of Applied Biology, No. 2. Cambridge University Press. London.

Pustet, A. 1932. Ein Versuch zur Begasung von Speicherschädlingen in Getreidesilos mit Wechsellüftung. Nachrichten über Schädlingsbekämpfung, Nr. 4. Leverkusen.

Ringnes, A. 1936. Bekjempelse av Skadedyr i Byggmagasin og Malteri. Beretning om Det 7. Skandinaviske Bryggmesterkursus i København 8.—11. Januar 1936. København.

Roark, R. C. o. Cotton, R. T. 1928. Fumigation Tests with certain Aliphatic Chlorides. Journ. of Econ. Entom., No. 1. Geneva, N. Y.

—»— 1930 Tests of various Aliphatic Compounds as Fumigants. Techn. Bull. U. S. Dept. of Agric., No. 162. Washington.

Robinson, W. 1926. Low Temperature and Moisture as Factors in the Ecology of the Rice Weevil and the Granary Weevil. Techn. Bull. No. 41, Minn. Agric. Expt. Station. St. Paul, Minn.

Sudendorff, Th. o. Kröger, E. 1931. Über Äthylenoxyd (T-gas) in seiner Verwendung zur Schädlingsbekämpfung bei Lebensmitteln. Chemiker-Zeitung Nr. 57 o. 59.

TAKAHASHI, S. 1933. Conclusive Notes on the Heat of stored Grains caused by the Injury of Insects. Insect World, XXXVII, No. 1. Gifu.

TEICHMANN, E. o. ANDRES, A. 1920. Calandra granaria L. und Calandra oryzae L. als Getreideschädlinge. Zeitschrift für angew. Entom. Berlin.

WICHMAND, H. 1936. Om Kornsnudebillen Calandra granaria og dens Bekaempelse. Nordisk Jordbrugsforskning, Hefte 7—8. København.

ZACHER, F. 1921. Mitteilungen über Vorratschädlinge. Mitt. der Biol. Reichsanst. für Land- u. Forstwirtschaft, Nr. 21. Berlin.

—»— 1926. Korn-, Reis- und La Plata-Maiskäfer. Mitt. der Ges. für Vorratsschutz, Nr. 2. Berlin.

—»— 1927. A. Versuche zur Bekämpfung des Kornkäfers mit pulverförmigen Mitteln. Mitt. der Ges. für Vorratsschutz, Nr 3. Berlin.

—»— 1927. B. Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin.

—»— 1933. Der Kornkäfer und seine Bekämpfung. Mitt. der Ges. für Vorratsschutz, Nr. 6. Berlin.

ZACHER, F. o. JANISCH, E. 1923. Untersuchungen über den Schädlingsbefall des Auslandsgetreides. Arbeiten der Biol. Reichsanst. für Land- u. Forstwirtsch., Nr. 4. Berlin.

ZACHER, F. o. KUNIKE, G. 1931. Untersuchungen über die insektizide Wirkung von Oxyden und Karbonaten. Arbeiten der Biol. Reichsanst. für Land- u. Forstwirtsch., Nr. 18. Berlin.

—»— 1932. Verschleppung von Mehl- und Getreideschädlingen durch gebrauchte Säcke. Mitt. der Ges. für Vorratsschutz, Nr. 2. Berlin.

ZIMMERMAN, F. 1932. Die Haltbarkeit des nach dem Germisan-Kurtzbeizverfahren gebeizen Weizens. Die Landwirtschaftliche Fackpresse, Nr. 48. Tetschen.

ZUMPFT, F. 1935. Revision der europäischen Calandra-arten. Curculionidenstudien XII. Entomologische Blätter 31, Nr. 2. Krefeld.

ÅKERMAN, Å. 1936. Lagringsförsök med vete i pappersfodrade, isolerade jutesäckar. Sveriges Utsädesförenings tidskr., häfte 1. Malmö.

—»— 1937. Lagringsförsök med vete i kalksalpetersäckar. Ibid., h. 3.



Pris kr. 0: 75